

الدكتور خالد حربى

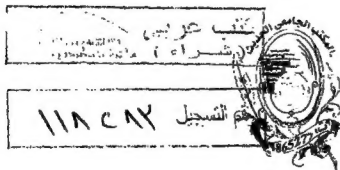
أسس علم الفلك الحديث فى الحضارة الإسلامية



أسس علم الفلك الحديث في الحضارة الإسلامية

دكتور
خالد أحمد حسنين حربي

2013



دار الكتب والوثائق القومية	
عنوان المصنف	أسس علم الفلك الحديث في الحضارة الإسلامية.
اسم المؤلف	خالد أحمد حسنين حربي.
اسم الناشر	المكتب الجامعي الحديث.
رقم الأيداع	2009/13401
الترقيم الدولي	9-061-438-977-978.
تاريخ الطبعة	الأولى مارس 2009.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ
الْعَلِيمِ ﴿٣٨﴾ وَالْقَمَرَ قَدَرْنَاهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ
الْقَدِيمِ ﴿٣٩﴾ لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا
الَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴿٤٠﴾ ﴾

(يس 38 - 40)

مقدمة

الحمد لله خالق الأكوان وجاعل الأرض مهاداً والجبال أوتاداً، ومسير
الليل والنهار والشمس والقمر بحسبان. وأصلى على كافة المرسلين صلاة
تستغرق مع سيد البشر سائر المرسلين، وعلى آله وصحبه والتابعين بإحسان
إلى يوم الدين. أما بعد:

فيعد علم الفلك من العلوم التي راجت في العصر الإسلامي وازدهرت
مثلته مثل بقية علوم الحضارة الإسلامية إبان نهضة الأمة الإسلامية العلمية منذ
القرن الأول للهجرة وما تلاه من قرون. فاهتم علماء الحضارة الإسلامية بعلم
الفلك اهتماماً بالغاً تفجر لديهم أولاً من دعوة القرآن الكريم إلى التفكير والتدبر
في مخلوقات الله من سموات وأفلاك ونجوم وكواكب وشمس وقمر وأرضيين
وغيرها، واتجه علماء الفلك ثانياً لدراسته بغرض إبطال التجسيم الذي ساد
جاهلية العرب قبل الإسلام. وباستقرار الإسلام كدين يدعو إلى التأمل في
ملكوت السموات والأرض ويحرم التجسيم، اهتم المسلمون بالفلك كعلم ينظر
في حركات الكواكب الثابتة والمتحركة والمتحيرة (السيارة)، ويستدل من تلك
الحركات على أشكال وأوضاع الأفلاك التي لزمت عنها هذه الحركات بطرق
هندسية. واقتضت هذه الشعائر الدينية كتحديد اتجاه القبلة وميلاد هلال شهر
رمضان، وتحديد بداية الشهور العربية إلى أن يضعوا مزيداً من جداول
الكواكب لحساب السنين.

وترجع بداية دراسة المسلمين للفلك إلى زمن مبكر إبان الخلافة
الأموية، ويؤرخ لهذه البداية بترجمة أول كتاب في علم الفلك من اليونانية إلى
العربية، وهو كتاب مفتاح النجوم المنسوب لهرمس الحكيم.

وبعد العصر العباسي عصر ازدهار علم الفلك الإسلامي وتطوره، إذ أولى الخلفاء اهتمامهم به ابتداءً بأبي جعفر المنصور الخليفة العباسي الثاني (136-158هـ) الذي عُرف بحبه للفلك وللمشتغلين به وتقريرهم، والذي كان هو نفسه فلكياً. وفي عهده عُنى الترجمة وعلماء الفلك بترجمة أعمال فلكية هندية ويونانية مثل كتاب "سندھانتا" الهندي وكتاب المجسطي لبطليموس اليوناني. وبعد دراسة هذين الكتابين وغيرهما من الكتابات المترجمة والوقوف عليها بالنقد والتمحيص، انطلق علماء الفلك المسلمين إلى مرحلة الإبداع واكتشاف مالم يكتشف سابقاً من كشوفات فلكية وتدشين نظريات جديدة شغلت مكاناً رئيساً في علم الفلك الحديث.

فما حجم مساهمة علماء الفلك المسلمين في علم الفلك الحديث بصفة خاصة، والحضارة الإنسانية بصفة عامة.

تساؤل منهجي وجوهري تحاول هذه الدراسة الإجابة عليه.

والله أسأل أن ينتفع بعملی هذا فهو تعالى من وراء القصد
وعليه التكلان وإليه المرجع والمآب.

خالد أحمد حربی

مدخل

تطور الفلك حتى الحضارة الإسلامية

يُعد علم الفلك من أقدم العلوم التي عرفها الإنسان، فنشأ مع الإنسان الأول ورافقه في الخلاء والعراء. فقد ولج الإنسان منذ فجر حياته صفحة السماء الزرقاء نهاراً، وللمتلاكنة بالنجوم المضيئة ليلاً، فجنب هذا اهتمامه وجعله يراقب حركات الشمس والقمر والنجوم يستأنس ببريقها ويراقب حركاتها ليلاً ونهاراً، ولا شيئاً من أمرها يدري.

وبمرور السنين بدأ إنسان ما قبل التاريخ يراقب تغير أماكن الشروق والغروب وحركة القمر والشمس والنجوم، وظهور الأبراج واختفائها، وحركة الليل والنهار، وكانت تلك المراقبة مدعاة لاتخاذها بمثابة تقويم لظواهر طبيعية أو أحداث أو تاريخ لحدث ما. وبعد أن انتقل الإنسان إلى حياة الاستقرار والزراعة رأى أنه لا بد من معرفة مواعيد بدء الاستعداد للأعمال الزراعية، فخطى الفلك خطوات موازية مع المعرفة الزراعية المبكرة، وأصبح لدى الإنسان شبه المتحضر ذو قيمة، فمن حركات النجوم عبر السماء كان يسترشد فيها نظاماً لمواقيته الليلية، واسترشد بظهور بعضها في حرائث الأرض وزراعتها، وفي ظهور البعض الآخر ايزاناً بالفيضانات أو الحصاد وما يتعلق بهما من أمور المعيشة، إلا أن مفاهيمه في ذلك الزمان لم تخلو من الأوهام، فربط حياته ببعض النجوم التي تتحكم في نوع ذريته وأمور مستقبله حيث كان يرى فيها مستقراً للآلهة وموطناً للقوى الغيبية التي تتحكم في حياته وحياة بني البشر أجمعين، ومن هنا عرف ذلك الإنسان التجسيم في مراحل الأولى.

وعلى ضوء هذه المفاهيم البدائية الأولى، وُجد لدى الإنسان حبا في التنظيم والتوقيت اللذين بدأ يدرك أهميتهما في حياته التي ارتبطت بظهور واختفاء بعض التشكيلات النجمية تلك التي كان لا بد من أن يسمى بعضها بأسماء مميزة. ومع أنه لم يكن معروفاً آنذاك غير الحيوانات التي ألغها

الإنسان والأدوات والمعدات التي استخدمها، فإنه لم يتردد في تسميتها بهذه الأسماء بما يتلاءم مع هيئة هذه التشكيلات مثل الفرس والأسد والدب والكلب، ومن الأوعية مثل الميزان والدلو والقوس. وشكلت النجوم والكواكب مرآة للإنسان القديم يرى فيها عالماً متسامياً، وتشير أقدم الوثائق إلى مكونات هذا العالم حيث جاء فيها وصف للشمس والقمر على أنهما تشكيلان عائلتان مع الزهرة وعطارد، وفي حين اكتسب كوكب عطارد صفة الخير وهو كوكب السرعة والبدئية الحاضرة والذكاء المشوّب بشيء من الخبث، اكتسبت الزهرة صفة الشر، ويمثل المريخ الحرب والعدالة، بينما يمثل زحل المساواة والكآبة.

وتعرف المصريون القدماء على حركة النجوم والكواكب في عصور ما قبل التاريخ نتيجة لحو مصر الصافي أثناء الليل، وارتبط موضوع الفلك عندهم ارتباطاً وثيقاً بالفيضان السنوي للنيل الذي يتوقف عليه رخاء الفلاح أو فقره. وحاول المصريون حساب الزمن بواسطة القمر، ثم انتقلوا إلى التقويم الشمسي. ولانتظامه وسهولة فهمه كان التقويم المصري من أنسج التقاويم المعروفة في الحضارات القديمة، وذلك لاعتماده على حركة الشمس بين النجوم خلال سنة نجمية اتخذها المصريون منذ أكثر من خمسة آلاف سنة وحدة أساسية لقياس الزمن، فكان لهم السبق بين الأمم في استخدام السنة النجمية التي تتألف من اثني عشر شهراً، وكل شهر ثلاثون يوماً، وأضافوا خمسة أيام في نهاية كل سنة سموها بالأيام السماوية المقدسة أو أيام النسي، واتخذوها أعياداً، فكان مجموع أيام السنة عندهم 365 يوماً. وعندما وجدوا أن السنة تزيد ريع يوم على الأيام البسيطة، أضافوا سنة واحدة إلى كل 1460 سنة. وتكون كل أربعة أشهر من السنة فصلاً من ثلاثة هي مجموع فصول السنة والتي ارتبطت بالزراعة وفيضان النيل. فالفصل الأول يسمى أخيت أي

فصل الفيضان، والفصل الثانى يسمى فيرويت أى فصل الزرع، والفصل الثالث والأخير يسمى شومو، أى فصل الحصاد.

وتتضح قدرة المصريين القدماء فى الفلك لا فى تقويمهم، ولا من جداول عبور النجوم خط الزوال، ولا من جداول ظهورها فحسب، بل من بعض أدواتهم الفلكية من المزاول الشمسية البارعة وتركيبية المطمار على العصا الفرجونية التى مكنتهم من تحديد سمّت البداية⁽¹⁾.

وارتبط الفلك بعبادة الأجرام السماوية عند البابليين، فعرفوا الأرصاد الفلكية والمراقب النجمى. وتوصل البابليون والسومريون إلى التقويم، فكانت السنة لديهم تتكون من 12 شهراً، والشهر من 29 أو 30 يوماً. ولأمر حمورابى بزيادة شهر آخر للسنة إذا لزمّت الضرورة. واهتم البابليون بالفلك نتيجة لعبادتهم لبعض الأجرام السماوية، وتوصلوا إلى نتائج تحسب لهم، حيث طبقوا الهندسة والمتواليات الحسابية فى الفلك وفسروا دورة القمر عن طريقها، كما طبقوا النظام السداسى فى الحساب على علم الفلك، وجعلوا محيط الأرض والفلك كقسمة الدائرة عندهم 360 درجة، وقسموا اليوم إلى 24 ساعة، والساعة إلى 60 دقيقة والدقيقة إلى 60 ثانية، وجعلوا أيام الأسبوع سبعة أيام نتيجة تعظيمهم للرقم (7)، واليوم الأول من كل أسبوع هو اليوم الذى يبدأ فيه الشهر، وأصبح الشهر مكوناً من أربعة أسابيع، والسنة تزيد على 360 يوماً. ووضع البابليون والآشوريون أول تقويم فلكى يعود إلى عصر الملك آشور بانيبال (668 - 625 ق. م).

وقد استفاد اليونانيون من الفلك البابلى، فقد نقل بطليموس القلوسى - تبعاً لمساعد الأندلس - أرصادهم فى كتابه "المجسطى"، وأنه اضطر إليها فى

[1] جورج سزرتون، تاريخ العلم، ترجمة لقيف من الدكتوراة، دار المعارف، القاهرة 1957، 90/1.

تصحيح حركات النجوم المتحيرة، إذ لم يجد لأصحابه اليونانيين فى ذلك أرصاداً يتق بها، فوصل إلى اليونان بعضاً من موروثات علم الفلك فى كل من مصر وبابل، فالإيونانيون وإن كانوا قد توصلوا إلى فهم الكثير من الحقائق الفلكية، لكنهم لم يستطيعوا أن يردوا جملة الحقائق التى توصلوا إليها إلى أخرى أشمل منها وصياغتها فى صورة قوانين عامة شاملة تصدق على الكون بأسره. وهكذا فالفلك الإيونانى من أصل بابلى مختلط بالمناهج المصرية. وكان الإيونانيون متحمسون للفلك كثيراً، إذ منطقوه ونشروه بين الناس. وفى سنة 280 ق.م قام الفلكى "بيدوسوس" بتأسيس مدرسة فى علم الفلك. وارتبط علم الفلك عند الإيونانيين بالظواهر، ولعب الخيال دوراً كبيراً فى تكوينه، ومع ذلك تتبأ الإيونانيون بالخسوف والكسوف واستطاعوا رسم أول صورة للأرض وتتبأ أحد حكماءهم السبعة وهو طاليس بحدوث كسوف الشمس، لكن نظريته لم تكن مقنعة، حيث نصت على أن الأرض قرص طاف فوق محيط واسع. وأعلن بعد ذلك "بارفيس" تلميذ "فيثاغورث"، أن الأرض كروية وبرر ذلك بما تميز به الشكل الكروى من كمال، والفيثاغوريون هم أول من سمي العالم بلفظة "كوسموس" دلالة على ما فيه من نظام ووحدة وتجانس وترتيب. وفى حدود سنة 150 بعد الميلاد وضع بطلميوس المصرى الفلكى الشهير مجموعة من المبادئ الفلكية كان من الممكن أن تتبأ بالمواضع التى تنتقل إليها الكواكب، ولكن افتراضه بأن الأرض مركز للكون، لم يمكنه من تبين حقيقة السر الظاهرى للكواكب.

ويُعد علم الفلك من العلوم الطبيعية التى حظيت باهتمام العرب سواء فى الجاهلية أو بعد الإسلام. فكان للعرب فى العصر الجاهلى معرفة بأوقات مضطلع النجوم ومغاريها، وعلم بأنواع الكواكب وأمطارها على حسب ما

أدركه بفرط العناية وطول التجربة لاحتياجهم إلى معرفة ذلك فى أسباب المعيشة لا عن طريق تعلم الحقائق. فاقترنت معرفتهم على ملاحظة حركات الكواكب والنجوم ومعرفة أحوال الرياح خلال فصول السنة لتحديد مواعيد رحلات الشتاء والصيف التجاريتين، وما يرتبط بهما من مناسبات اجتماعية ودينية، وربطوا معرفتهم الفلكية بأمور التنبؤ بالمستقبل تلك المعرفة التى تبلورت فيما عُرف لديهم بالتنجيم.

أما فى الإسلام فقد أبطل الدين الحنيف صناعة التنجيم: ﴿قُلْ لَا أَمْرَكَ يَنْفَعُنِي نَفْعًا وَلَا ضَرًّا إِلَّا مَا شَاءَ اللَّهُ وَلَوْ كُنْتُ أَعْلَمُ الْغَيْبِ لَمَسْتَكْتَرْتُ مِنَ الْخَيْرِ وَمَا مَسَّنِيَ السُّوءُ إِنْ أَنَا إِلَّا نَذِيرٌ وَبَشِيرٌ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ﴾ (1).

وفى الحديث قال (صلى الله عليه وسلم): "من أتى عرافاً أو كاهناً فصده عنه بقوله فقد كفر بما أنزل على محمد" (2).

وفى القرآن آيات كثيرة حثت للمسلمين على البحث فى الفلك، ومنها قوله تعالى: ﴿يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهِلَّةِ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ﴾ (3). وقال جل وعلى: ﴿وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ النُّجُومَ لِتَهْتَدُوا بِهَا فِي ظُلُمَاتِ اللَّيْلِ وَالْبَحْرِ﴾ (4). وقال تبارك وتعالى: ﴿وَالشَّمْسُ وَالْقَمَرُ وَالنُّجُومُ مَسْجُوتٌ بِأَمْرِهِ﴾ (5). وقال سبحانه فى

(1) الأعراف 188.

(2) صحيح رواء البخارى ومسلم فى صحيحهما .

(3) البقرة 84 .

(4) الأنعام 97 .

(5) الأعراف 54 .

التقويم وعدد أشهر السنة: ﴿إِنَّ عِدَّةَ الشُّهُورِ عِنْدَ اللَّهِ اثْنَا عَشَرَ شَهْرًا فِي كِتَابِ
 اللَّهِ يَوْمَ خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ مِنْهَا أَرْبَعَةٌ حُرُمٌ ﴿١﴾﴾، وقال جل جلاله: ﴿هُوَ
 الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسُ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عِدَّةَ الْيَمِينِ ﴿٢﴾﴾. وقال
 تبارك وتعالى: ﴿وَلَقَدْ جَعَلْنَا فِي السَّمَاءِ بُرُوجًا وَزَيَّنَّاهَا لِلنَّظِيرِ ﴿٣﴾﴾. وقال عز
 وجل: ﴿وَسَخَّرَ لَكُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ وَالنُّجُومُ مُسَخَّرَاتٌ ﴿٤﴾﴾. وقال
 تعالى: ﴿وَعَلَّيْنَسْتَ وَيَالْجَحِيمُ هُمْ يَسْتَدُونَ ﴿٥﴾﴾. وقال جل وعلى: ﴿تَبَارَكَ الَّذِي
 جَعَلَ فِي السَّمَاءِ بُرُوجًا وَجَعَلَ فِيهَا يَرَبًّا وَفَعْمًا مُبِينًا ﴿٦﴾﴾، وقال جل وعلى فى حركة
 الشمس والقمر والليل والنهار: ﴿وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ
 الْعَلِيمِ ﴿٧﴾﴾ وَالْقَمَرَ قَدَرْنَاهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ ﴿٨﴾ لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ
 تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا الْاَيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴿٩﴾﴾، وقال عز اسمه:
 ﴿إِنَّا زَيَّنَّا السَّمَاءَ الدُّنْيَا بِزِينَةِ الْكَوَاكِبِ ﴿١٠﴾﴾، وقال تعالى: ﴿فَنظَرْنَاهُ فِي النُّجُومِ ﴿١١﴾﴾،
 وقال تبارك وتعالى: ﴿فَقَضَّاهُنَّ سَبْعَ سَنَواتٍ فِي يَوْمَيْنِ وَأَوْحَىٰ فِي كُلِّ سَمَاءٍ أَمْرَهَا وَزَيَّنَّا

(1) التوبة 36 .

(2) يونس 5 .

(3) الحجر 16 .

(4) النحل 12 .

(5) النحل 16 .

(6) الفرقان 61 .

(7) يسر 38 - 40 .

(8) تصافات 6 .

(9) الصافات 88 .

السَّمَاءَ الدُّنْيَا بِمَصْبِيحٍ وَحِفْظًا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ ﴿١٣﴾ ﴿١١﴾، وقال عز من قائل:
﴿وَالنَّجْمِ إِذَا هَوَىٰ ﴿١﴾ مَا حَلََّ سَاجِدُكُمْ وَمَا هَوَىٰ ﴿٢﴾﴾ ﴿١٢﴾، وقال سبحانه وتعالى:
﴿وَلَقَدْ رَمَيْنَا السَّمَاءَ الدُّنْيَا بِمَصْبِيحٍ وَجَعَلْنَاهَا نُجُومًا لِلشَّيْطَانِ وَأَعْتَدْنَا لَهُمْ عَذَابَ السَّعِيرِ ﴿٣﴾﴾،
قال جل و على: ﴿وَجَعَلَ الْقَمَرَ فِيهِنَّ نُورًا وَجَعَلَ الشَّمْسُ سِرَاجًا ﴿٤﴾﴾، وقال جل
جلاله: ﴿وَبَيْنَا فَرْقَكُم سَبْعًا بِئْدَادًا ﴿٥﴾﴾ وَجَعَلْنَا سِرَاجًا وَهَّابًا ﴿٦﴾﴾ ﴿٥﴾، وقال سبحانه:
﴿إِذَا الشَّمْسُ كُوِّرَتْ ﴿١﴾ وَإِذَا النُّجُومُ انْكَدَرَتْ ﴿٢﴾﴾ ﴿٦﴾.

ففى هذه الآيات تناول القرآن الشمس والقمر والكواكب والنجوم والأهلة
والمواقيت. ومع دعوته إلى التأمل فى ملكوت السموات والأرض زاد اهتمام
المسلمين بعلم الفلك وابتعدوا عن التنجيم.

ففى العصر الإسلامى اهتم العرب بالفلك كعلم ينظر فى حركات
الكواكب الثابتة والمتحركة والمتحيزة، ويستدل من تلك الحركات على أشكال
وأوضاع الأفلاك التى لزمت عنها هذه الحركات المحسوسة بطرق هندسية.
وراح علماء الفلك المسلمين يمعنون النظر فى كثير من النظريات المهمة
وينقدمون بمفاهيم جديدة واقتضتكم الشعائر الدينية كتحديد اتجاه القبلة وميلاد

(1) فصلت 12.

(2) النجم 1 - 2.

(3) الملك 5.

(4) يوح 6،

(5) النبأ 12 - 13.

(6) التكوير 1 - 2.

هلال شهر رمضان، وتحديد بداية الشهور العربية بصفة عامة، إلى أن يضعوا مزيدا من جداول الكواكب التى لم يتمكن الإغريق من رصدها فى خطوط العرض المارة ببلادهم .

وبعد العصر العباسى عصر ازدهار علم الفلك وتطوره، إذ أولى الخلفاء اهتمامهم به، ابتداء بأبى جعفر المنصور الخليفة العباسى الثانى الذى عرف بحبه للفلك وللمشتغلين به وتقريبهم حتى أنه استشارهم فى الوقت الذى يؤسس فيه مدينة بغداد أو دار السلام لتكون عاصمة للخلافة، ودائما ما كان المنصور يصطحب الفلكى الفارسى نوبخت والفزارى .. وغيرهما من المشتغلين بالفلك.

وفى عام 155هـ / 771م استقبل المنصور أحد مواطنى الهند وكان على دراية كبيرة بالحساب الذى يتعلق بحركات النجوم يسمى "سندهند" ومن خلال هذا البحث الفلكى، والذى يسمى فى الحقيقة "سندهاننا" استخرج ابراهيم بن حبيب الفزارى طرق حساب ترتبط بالسنة القمرية عند المسلمين. وفى الوقت نفسه ألف "يعقوب بن طارق" كتابا مشابها مستخدما سندهاننا الهندى إلى جانب مصادر أخرى زودته بها بعثة ثانية من تلك الدولة، كما نقل أبو الحسن الأهوازى إلى العربية معلومات عن حركات الكواكب، وشرحها فى بحثه للأزياج.

وقبل نهاية القرن الثانى الهجرى / الثامن الميلادى ظهرت ترجمة عربية لكتاب بهلوى بعنوان "زيج الشاه" يرجع تأليفه إلى السنوات الأخيرة لتاسعانيين، وقد حققت هذه الترجمة نجاحا باهرا بين المسلمين، فاستخدمه "ما شاء الله" وهو عالم فلكى فى بداية القرن الثالث الهجرى / التاسع الميلادى فى

حساباته، واستخرج الخوارزمى من تفسير هذا الكتاب دورة الحركات الكوكبية.

وفى بداية للقرن الثانى الهجرى / الثامن الميلادى عنى "يحيى بن خالد البرمكى بترجمة وتفسير كتاب بطليموس فى الفلك، فترجمه له الحجاج بن مطر وثابت بن قرّة، ثم ترجمه "حنين بن اسحق، ترجمة ثانية، راجعها ثابت بن قرّة، وعرف الكتاب فى العالم الإسلامى باسم "المجسطى" فأحدث تطورا كبيرا فى الدراسات الفلكية الإسلامية، خاصة بعد اهتمام "المأمون" به وتكليفه للعلماء بالوقوف عليه، فأصلحوا ما به من أخطاء، وفهموا آلات الرصد، وبنوا المراصد وألفوا الأزياج الجديدة، وهى عبارة عن جداول حسابية تبين مواقع النجوم وحركاتها، وكانت آلات الرصد تصنع فى العصر العباسى بمدينة حران، ثم انتشرت صناعتها فى جميع أنحاء الخلافة الإسلامية منذ زمن المأمون، وأهمها تبعاً لابن النديم⁽¹⁾. هى:

- 1- اللبنة: جسم مربع مستو يعرف به أبعاد الكواكب وعرض المكان .
- 2- الحلقة الإعتدالية: حلقة يعرف بها التحويل الاعتدالى.
- 3- ذات الأوتار: تتكون من اسطوانات أربع أدنى من الحلقة الإعتدالية ويستغنى عنها بهم .

4- الأسطرلاب: الكلمة يونانية الأصل تتألف من مقطعين "استرا" وتعنى النجم و "لابون" وتعنى مرآة، والمركب منها مرآة النجوم "ويعد الأسطرلاب أشهر الآلات الفلكية وأكثرها استخداماً فى عمليات الرصد مثل: تحديد وقت طلوع الشمس ومغيبها، وتحديد أوقات الصلاة، وتعيين زوايا ارتفاع

(1) ابن النديم، الفهرست، طبعة للقاهرة، 1948، ص396 .

الأجرام السماوية عن الأفق، واستخراج البرج الذي تكون فيه الشمس،
وعدد الدرجات التي قطعها فيه .

**طبقات علماء الفلك
في الحضارة الإسلامية**

الفصل الأول : الفزاري

الفزاري (ت 180هـ / 796م)

عبد الله محمد بن إبراهيم بن جبيب الفزاري، عالم فلكي ورياضياتي ذاع صيته واشتهر في القرن الثاني الهجري / الثامن الميلادي، ولد في الكوفة لأسرة عربية أصيلة ينحدر أصلها من فزارة، وهي من ذبيان من غطفان من العرب العدنانيين. نشأ للفزاري في بيت علم، وتتميز على أبيه أحد كبار علماء الهيئة عصرئذ. بعثه والده إلى بغداد عام 144هـ / 747م ليستزيد في علمه، فبذل الفزاري جهداً كبيراً في تعلم اللغة السنسكريتية لرغبته في معرفة ما وصل إليه علماء الهند في أرسادهم، خاصة أنه كان مغرمًا بعلم الأرصاد لدرجة أنه نظم فيه قصيدة صارت بضرب بها المثل في علم الفلك .

وكان لاطلاعه على علوم الهند في علم الفلك للتجريبى أن جعله يستند على الإستقراء والملاحظة الحسية لجميع الأرصاد التى تعلل حركات الكواكب والأجرام السماوية واستطاع للفزاري أن يصنع أول أسطرلاب⁽¹⁾ فى الإسلام،

(1) الأسطرلاب واحد من آلات القياس المهمة التى استخدمها المسلمون، والتى اخترعت فى الإسكندرية فى العصر الأغريقى سنة 330 قبل الميلاد بمعرفة يونانى عاش فى الإسكندرية وهو كلاوديوس البطلمى. والأسطرلاب كلمة يونانية تعنى قياس النجوم، أو مرآة النجوم غير أن تطوير هذه الآلة وإبتكار الأسطرلاب المكمل يعود إلى المسلمين وأول من ابتكر اسطرلاباً عربياً فى الإسلام هو إبراهيم بن حبيب الفزاري الذى اخترع الأسطرلاب ذا الحلقة والأسطرلاب المسطح. وقد طور المسلمون بعد الفزاري أنواع عدة من الأسطرلاب مثل الأسطرلاب للخطى والأسطرلاب الكروى، وينتشر عنهما أنواع مثل الأسطرلاب للمسطح والأسطرلاب الزورقى. والأسطرلاب القربى والأسطرلاب العنكبوتى والأسطوانى والأسى والتام والطومارى والشمالى والجنوبى والمغنى والجامع، واسطرلاب حق القمر. ويحتوى وجه الأسطرلاب على خريطة القبة=

وألف فيه كتابين مهمين هما: كتاب العمل بالإسطرلاب ذا الحلق السماوية
aramillary sphere، وكتاب العمل بالإسطرلاب المسطح، إلى جانب
مؤلفات أخرى مثل: كتاب المقياس للزوال، وكتاب الزيج، ووضع جداول
فلكية على سنين المسلمين .

وفي سنة 155هـ / 771م قَدِمَ الفزارى لبلاط الخليفة العباسى أبا جعفر
المنصور عالماً هندياً اسمه (منكه) الذى جاء إلى ديار المسلمين بكتاب السند هند
(السدهانتا) وهو رسالة فى علم الفلك على الطريقة الهندية تحتوى على معلومات
ثمينة فى علم الهيئة، فطلب الخليفة المنصور من الفزارى أن يقوم على ترجمة
هذا الكتاب إلى اللغة العربية، ويصنف كتاباً على غرارهِ. واستجاب الفزارى
لطلب الخليفة وصنف كتاباً جديداً، لكنه أُوكل الترجمة إلى العربية لابنه، فترجم
الفزارى الابن كتاب السدهانتا إلى العربية، وسماه السند هند الكبير، وكان لهذا
الكتاب تأثير عظيم فى التصويرات الهندسة لحركة الكواكب التى نتج عنها عمل
الأرصاد العديدة فى البلاد الإسلامية، الأمر الذى جعل لهذه الترجمة مكانة كبيرة
بين علماء الفلك من بعد الفزارى، إذ أصبح المرجع الأساس الذى استخدمه
العلماء فى علم الفلك إلى عهد الخليفة العباسى المأمون.

=السماوية، وعلى أداة تشير إلى الجزء المنظور من القبة السماوية فى وقت معين، وقد
رسمت القبة المنظورة بطريقة حسابية دقيقة، وهى الطريقة ذاتها التى استخدمت فى
رسم خريطة الكرة الأرضية. استخدم المسلمون الإسطرلاب فى معرفة سمت القبلة
وانحرافها وجهتها وإنحراف المواقع الجغرافية بعضها عن بعض، واستخدموه لتقدير
ارتفاع الشمس والأجرام السماوية والميل والبعد، ومعرفة قوس النهار والليل وعدد
ساعات كل منهما، وتحديد الوقت بدقة ليلاً ونهاراً، وتحديد مواقيت الصلاة ومواعيد
فصول السنة، ولهذه الأهمية للإسطرلاب نقله الغرب عن المسلمين .

وفى القرن الثالث الهجرى / التاسع الميلادى تناول محمد بن موسى الخوارزمى كتاب السند هند الكبير بالدراسة والتحصيص، فاختصره وصححه واستخلص منه زيجاً، عُرف باسم زيج الخوارزمى وحل محل كتاب الفزارى المترجم، وأدى جمع الخوارزمى بين النهجين الإغريقى والهندي فى الفلك إلى أن أصبح بعد ذلك فى غاية الأهمية بين الدراسات الفلكية الإسلامية، على ما سنرى فى الفصول للقائمة.

الفصل الثانی

بنو موسیٰ بن شاکر

ينتمي الإخوة الثلاثة (محمد، أحمد، الحسن) إلى أبيهم موسى بن شاكر، الذى قرّبه المأمون إلى بلاطه، واهتم بتعليمه، حتى صار من منجميه وندمائه، وفى مقدمة علماء زمانه. فقد عُرف بعد أن أتقن علوم الرياضيات والفلك بالنجم، واشتهر بأزياجه الفلكية. وبذلك يمثل المأمون السبب الرئيس فى تكوين موسى بن شاكر العلمى. وهذه نقطة مهمة ينبغى أن تؤخذ فى الاعتبار فى تناولنا لجامعة موسى بن شاكر. فالمأمون الخليفة العالم قد حول مسار موسى بن شاكر تماماً، فجعله يقطع شوطاً كبيراً فى طريق العلم بدلاً من قطع طريق المارة. وهو الأمر الذى أراد موسى بن شاكر أن يربى عليه أولاده الثلاثة، ولكنه توفى وهم صغار، وكان قد عهد بهم إلى المأمون أيضاً. وبناء على ذلك يمكننا الزعم بأنه لولا المأمون - وكم له من أفضال على الحضارة العربية الإسلامية - لما كانت جماعة بنى موسى بن شاكر العلمية. فلقد تكفل المأمون بالصبىة الصغار بعد وفاة أبيهم، وعهد بهم إلى إسحق بن إبراهيم المصّبغى، فألحقهم إسحق ببيت الحكمة تحت إشراف الفلكى والمنجم المعروف يحيى بن أبى منصور وكان المأمون أثناء أسفاره إلى بلاد الروم يرسل الكتب إلى إسحق بأن يراعيههم ويوصيه بهم ويسأل عن أخبارهم. وقد أتاح وجود بنى موسى فى بيت الحكمة كهيئة علمية بحثة فرصة ممتازة وغير عادية لهم من أجل تنقيف أنفسهم وإيراز مواهبهم العلمية⁽¹⁾. ولقد تعاون الأخوة الثلاثة فيما بينهم فى تحصيل العلم، فدرسوا مسوياً علم الحيل (الميكانيكا)، والفلك، والرياضيات، والهندسة حتى برزوا واشتهروا فى هذه العلوم⁽²⁾.

{1} بنو موسى بن شاكر، كتاب الحيل، تحقيق أحمد يوسف الحسن وآخرين، معهد التراث العلمى العربى 1981، مقدمة المحقق ص20.

{2} صاعد الأنلس، طبقات الأمم، طبعة القاهرة القديمة، بدون تاريخ، ص142.

أجمعت المصادر التاريخية على أن الأخوة الثلاثة نشأوا فى بيت الحكمة المأمونى فى جو مشبع بالعلم، حيث لمسوا وتأثروا بكل ما كان يجرى فى بيت الحكمة من نشاطات علمية آنذاك .

وكان لرغبتهم فى العلم، إلى جانب تكليف المأمون أساتذة بيت الحكمة بالإشراف عليهم، وخاصة أساتذة الفلك، وعلى رأسهم يحيى بن أبى منصور فلكى الخليفة كان لهذه العوامل أثرها الهام فى نبوغ بنى موسى الميكر .

فكبيرهم "محمد" فضلاً عن أنه قد أصبح أعظمهم شأنًا وأطولهم باعاً فى السياسة وذا تأثير كبير على للخليفة مثله مثل أبيه من قبل، فإنه استطاع أن يكون جماعة علمية فلكية، ضمت إلى أخويه أحمد والحسن، عدداً من الفلكيين لم تسعهم إلا داراً فسيحة فى أعلى ضاحية من بغداد بقرب باب الشماسية، خصصها لهم المأمون لرصد النجوم رصداً علمياً دقيقاً. وإجراء قياسات مثيرة للإعجاب كانت تقارن بغيرها فى جنديسابور، وبأخرى تجرى بعد ثلاث سنوات فى دراسة ثانية تمت على جبل قاسيون على مقربة من دمشق للمقارنة. وكان أفراد هذه الجماعة يعملون مجتمعين على وضع جداول (أزياج) الفلك "المجرية" أو "المأمونية" كما سموها.

ومع مرور الوقت فى الإثغال بالعمل العلمى، النظرى والتطبيقاتى ازدادت حصيلة جماعة بنى موسى العلمية، وتطورت أساليبهم التطبيقية إلى الدرجة التى مكنتهم من القيام بأول وأهم وأخطر عمل علمى جماعى بالنسبة لهم، ولا تقل أهميته بالنسبة لتاريخ العلم العربى والعالمى على وجه العموم، ألا وهو قياس محيط الأرض.

وكان المأمون قد سألهم للقيام بهذه المهمة العلمية الشاقة لما رآه فى علوم الأوائل من أن دورة كرة الأرض أربعة وعشرون ألف ميل، فأراد أن

يقف على حقيقة ذلك، ورأس محمد بن موسى الجماعة العلمية التي تصدرت لذلك الغرض. والتي ضمت إلى جانب أخويه أحمد والحسن مجموعة من الفلكيين والمساحين. وقد اختارت الجماعة مكانين منبسطين أحدهما صحراء سنجار غربى الموصل. والآخر أرض مماثلة بالكوفة. وقد اقتضت طريقة الجماعة أن "ينطلق فريقان من جهة ما، فيذهب فريق إلى ناحية الشمال، وآخر إلى الجنوب بحيث يرى الأول منهما صعود "التيس الفتى" والثانى هبوطه. ثم تحسب درجة خط الطول (Merdian) بواسطة قياس المسافة بين الفريقين المراقبين، وكانت النتيجة دقيقة للغاية، فقد توصلت الجماعة فعلاً إلى أن محيط الأرض يساوى 66 ميلاً عربياً . وهذا ما يعادل 47.356 كيلومتراً لمدار الأرض. وهذه النتيجة قريبة من الحقيقة إذ مدار الأرض الفعلى يعادل 40.000 كيلومتر تقريباً⁽¹⁾.

وهذا العمل فضلاً عن كونه من الأعمال العلمية الجماعية المهمة التي قامت بها جماعة بنى موسى شاكراً، فإنه أول قياس حقيقى للأرض عرفه العالم، لأن طريقة بنى موسى قد اختلفت عن طريقة ايراتوستيناس اليونانى الذى اعتبر أول من حاول قياس محيط الأرض عن طريق زاوية أشعة الشمس.

ويبدو أن مهمة قياس محيط الأرض التي فرغت منها الجماعة بنجاح، كانت حافزاً قوياً لها على بناء مرصد خاص بأعضائها بقرب جسر الفرات عند باب التاج، حيث المأذنة الملتوية إلى أعلى، والتي تم تثبيت آلات الرصد

(1) راجع، خالد حربى، علوم حضارة الإسلام ودورها فى الحضارة الإنسانية، ط الأولى، سلسلة كتاب الأمة، قطر 2005.

فوقها⁽¹⁾. وفيه قام أعضاء الجماعة باجراء قياسات فلكية دقيقة - مثل استخراجهم حساب العرض الأكبر من عروض القمر - فاقت قياسات بطليموس وخالد بن عبد الملك المروزي، فلكي قصر الخليفة. كما نالت هذه الأرصاد تقدير واهتمام الفلكيين اللاحقين لبنى موسى، فيعد مرور حوالي قرن ونصف من الزمان، نرى البيروني يصرح بأهمية أرصاد جماعة بنى موسى بن شاكر، ويفضلها عليه قائلا: إنا نظرنا إلى قول بطليموس في مقدار شهر القمر الأوسط، وقول خالد بن عبد الملك المروزي على ما قاسه بدمشق، وقول بنى موسى بن شاكر، وقول غيرهم، فوجدنا أولى الأقاويل بأن يؤخذ به ويعمل عليه ما أورده بنو موسى بن شاكر لبذلهم المجهود في إدراك الحق وتقردهم في عصرهم بالمهارة في عمل الرصد والحقق به ومشاهدة العلماء منهم ذلك وشهادتهم له بالسمة، وبُعد عهد رصدهم بأرصاد القدماء، وقرب عهدنا به، فاستخرجنا الأصل على ما ذكره⁽²⁾.

وثمة نشاط علمي جماعي مهم مارسه جماعة بنى موسى، وكان له أثر أهم في ازدهار الحركة العلمية عموماً وأعنى به رعايتها لحركة الترجمة والنقل. يذكر ابن النديم⁽³⁾ أن بنى موسى ممن تناهوا في طلب العلوم القديمة. وبذل للراغب فيها، وأتبعوا فيها نفوسهم، وأنفذوا إلى بلد الروم من أخرجها إليهم، فاحضروا للنقلة من الأصقاع والأماكن بالبذل السنن فأنظروا عجائب

(1) Creswell, K. A., Short Account of Early Muslim, Architecture Britain 1985, P.278.

(2) البيروني، الآثار الباقية عن القرون الخالية، طبعة مكتبة المثنى ببغداد (د. ت)، ص 15.

(3) الفهرست، طبعة القاهرة القديمة (د. ت)، ص 378 - 379.

الحكمة. ويذكر صاحب العيون⁽¹⁾ أن بنى موسى وهم: محمد، وأحمد، والحسن، كانوا يرزقون جماعة من النقلة منهم حنين بن اسحق، وحبيش بن الأعسد، وثابت بن قرة، وغيرهم فى الشهر نحو خمسمائة دينار للنقل والملازمة.

إن لعبت جماعة بنى موسى دوراً مهماً فى دفع عجلة الترجمة إلى الأمام، فالعلماء الذين تولت الجماعة رعايتهم هم فى حقيقة الأمر من أبرز أعلام حركة الترجمة، هؤلاء الذين تم على أيديهم نقل كثير من علوم ومعارف الأمم الأخرى إلى اللغة العربية⁽²⁾.

يتضح مما سبق أن أهم ما تميزت به جماعة بنى موسى هو مبدأ "التعاون" وروح الفريق الذى يظهر جلياً فى أكثر أعمالهم، نظرية كانت، أم تطبيقية، فأما النظرية، فقد تركوا العديد من المؤلفات الجماعية⁽³⁾ التى تبرز من ناحية مدى تعاونهم فى العمل العلمى، وتوضح من جهة أخرى قيمة العمل العلمى الجماعى الذى تنوب فيه الشخصية الفردية، وتترك المجال لروح فريق للعمل.

ولما تاريخياً فإن أهم عمل لجماعة بنى موسى شاكر هو "كتاب معرفة مساحة الأشكال البسيطة والكرية". فالأقدار الثلاثة، الطول، والعرض، والسلك تحد عظم كل جسم وانبساط كل سطح، والعمل فى تقدير كمياتها إنما يتيسر

(1) ابن أبى أصيبعة، عيون الأنبياء فى طبقات الأطباء، طبعة دار الحياة، بيروت بدون تاريخ، ص260.

(2) ابن أبى أصيبعة، عيون الأنبياء، ص286 - 287.

(3) بنو موسى كتاب معرفة مساحة الأشكال، بتحرير نصير الدين الطومسى، ط الأولى (حجر) حيدر آباد الدكن 1359هـ، ص2.

بالتقاس إلى الواحد المسطح والواحد المجسم، والواحد المسطح الذى به يقاس السطح، وكل مضلع يحيط بدائرة، فسطح نصف قطر تلك الدائرة فى نصف جميع أضلاع ذلك للمضلع هو مساحته⁽¹⁾.

وقد شكل هذا الكتاب تطورا مهما لكتابتى أرشميدس عن "حساب مساحة الدائرة وعن الكرة والأسطوانة"، حيث استغل فيه الأخوة الثلاثة منهج الأستزاف لدى (يودوكس)، ومفهوم الكميات المتناهية الصغر لدى أرشميدس، وكان هذا الكتاب بالغ التأثير، سواء فى الشرق الإسلامى، أم الغرب اللاتينى.

وتتضح فى هذا الكتاب صيغ العمل للجماعى مثل: "وذلك ما أردناه، وعلى ذلك المثال نبين .. نقول: فالسطوح المستديرة المحيطة بهذا الجسم جميعا أصغر من ضعف سطح دائرة"، نريد أن نجد مقدارين (2) الخ .

كما نتجلى فى هذا الكتاب أمانة الجماعة العلمية، إذ أشارت إلى ما ليس لها فيه. فكل ما وصفنا فى كتابنا، فإنه من عملنا إلا معرفة المحيط من القطر فإنه من عمل أرشميدس، وإلا معرفة وضع مقدارين بين مقدارين لتتوالى على نسبة واحدة، فإنه من عمل مانالاوس⁽³⁾.

وفى القرن الثانى عشر لعبت ترجمة الكتاب اللاتينية "العمل الهندسى للأخوة الثلاثة" من قبل جيرارد الكريمونى دورا هاما فى نقل أفكار أرشميدس ومناهجه إلى أوروبا. ومن المعروف أنه كان ذا أثر كبير فى عمل الرياضى ليوناردو فيوناتسى من مدينة بيزا فى القرن الثالث عشر .

(1) بنو موسى بن شاكر، كتاب معرفة مساحة الأشكال، ص2.

(2) بنو موسى، كتاب معرفة مساحة الأشكال، ص17.

(3) بنو موسى، المصدر نفسه، ص25.

وهناك عمل جماعى اخر لجماعة بنى موسى لايقل أهمية عن سابقه، ألا وهو "كتاب الدرجات المعروفة" فى الفلك، والمطلع على مقدمة هذا الكتاب يدرك لأول وهلة أنه عمل جماعى من الدرجة الأولى، إذ أن الإخوة الثلاثة، قد استعانوا بمجموعة من المترجمين لترجمة ما وجدوه عند اليونان من كتب فى معرفة أحكام النجوم، ففى بداية الكتاب يقرر الأخوة الثلاثة أن اليونانيين قد نقلوا العلوم التجريبية من الهند - لأن العقلية اليونانية كانت عقلية نظرية فلسفية أكثر منها تجريبية - ولما نظروا هم فى الكتب الفلكية الموجودة على عهدهم وجدوها قد احتوت على أخطاء، لذا قرر الأخوة الثلاثة نقل كتب القدماء (اليونان) التى هجرها المتأخرون لعدم فهمهم إياها، الأمر الذى كلفهم مشقة كبيرة - كجماعة متخصصة فى علم الفلك - فى تصحيح عبارات المترجمين وتهذيبها. تقول الجماعة: "إن القدماء من أهل اليونانية تسلموا علومهم التجريبية من الهند .. ولما نظرنا فى الكتب الموجودة إلى الآن فى معرفة أحكام النجوم، وجدنا أكثرها حائداً عن الصواب، وعن ما سطره أولوهم، ووجدنا لقدمائهم كتباً قد هجرها المتأخرون لجهلهم كيفية استعمال ما فيها وبعدها عن أذهانهم، فتكلفنا التعب الشديد فى نقله إلى لغة العرب، واستعنا فى ذلك بأفضل ما وجدناه من الناقلين فى زماننا، ولجئنا فى تهذيب العبارة عنهم⁽¹⁾.

ويُعد كتاب "الدرجات المعروفة" موسوعة فلكية حاولت جماعة بنى موسى أن تضعها بغرض إحياء علم الفلك الهندى واليونانى بعد تنقيحه

(1) بنو موسى كتاب الدرجات المعروفة، مخطوط معهد المخطوطات العربية رقم 60 فلك ورقة 1 وجه.

وتصحيحه من الأخطاء التى وقفت عليها الجماعة التى تقول: "وجدنا لهم ثلاثة كتب، أحدها فى طبائع الدرج التى فى فلك البروج وخواصها فى ذاتها، وإذا أحلت فيها الكواكب الصغار التى تسمى المتحيرة (للسيارة)، الثانى كتاب كبير، وهو اثنتا عشر مقالة فى طبائع الدرج وخواصها إذا حلتها العظيمة وهى التى نسميها البابانة، ووجدنا هذا الكتاب اختل نظمه وتخلط وضعه، فأصلحناه أصلاحاً يشهد لنفسه، والكتاب الثالث فى كيفية حال البروج فى درج البروج مع اتصالات الكواكب المتحيرة إذا مزجت بالبابانة، وهذا الكتاب لم نجده كاملاً، وقد نقلنا ما وجدناه من هو أصلحناه⁽¹⁾.

(1) بنو موسى كتاب الدرجات المعروفة، ورقة 1 وجه .

الفصل الثالث

الفرغانى

الفرغانى (القرن الثالث الهجرى / التاسع الميلادى) أبو العباس أحمد بن محمد بن كثير الفرغانى، ولد فى فرغان من بلاد ما وراء النهر، ثم انتقل إلى بغداد، وأقام فيها دارسا علوم الرياضيات والفلك حتى برع فيهما ونال حظوة الخليفة المأمون الذى أسند إليه دراسات كثيرة تتعلق بعلم الهيئة. فقام بها على أحسن وجه، كما عينه المأمون رئيساً لمرصد الشماسية فى بغداد، والذى يعد أول مرصد فى الإسلام .

وعندما قرر المأمون التحقق من قيمة محيط الأرض التى ذكرها اليونانيون، كان الفرغانى ضمن الفريق الذى خرج إلى صحراء سنجار مع بنى موسى بن شاكر، وجاءت القياسات التى توصلوا إليها فى غاية الدقة.

وعكف الفرغانى فى مرصد الشماسية على دراسة تسطيح الكرة عن قرب. فجاء بأراء ونظريات أصيلة. واستطاع الفرغانى تطوير المزولة، ووضع عدة تطورات للإسطرلاب الذى استخدمه فى قياس المسافات بين الكواكب وإيجاد القيمة العددية لحجومها، فحدد أقطار بعض الكواكب مقارنة بقطر الأرض، وصرح بأن حجم القمر يساوى $1/39$ من حجم الأرض، وحجم الشمس يساوى 166 ضعفا للأرض، وحجم المريخ يساوى $15/8$ من حجم الأرض، وحجم المشتري يساوى 95 ضعفا للأرض، وحجم زحل يساوى 90 ضعفا للأرض، وبقيت قياسات الفرغانى هذه مستخدمة فى جميع أنحاء العالم حتى القرن التاسع الهجرى، الخامس عشر الميلادى، واعتمد علماء العرب والمسلمين اللاحقين وعلماء الغرب المحدثين فى علم الفلك، على نتائج الفرغانى تلك التى ضمنها كتبه، ولتى من أهمها:

- جدول الفرغاني⁽¹⁾.
- الكامل في الإسطرلاب⁽²⁾.
- رسالة في معرفة الأوقات التي يكون القمر فيها فوق الأرض أو تحتها⁽³⁾.
- حساب الأقاليم السبعة⁽⁴⁾.
- في صناعة الإسطرلاب⁽⁵⁾.

ويأتى على قمة مؤلفات الفرغاني من حيث الأهمية كتاب في جوامع علم النجوم وأصول الحركات السماوية " أو " رسالة الفصول مدخل إلى مجسطى⁽⁶⁾، فهو أقدم كتاب عربى وصل إلينا كاملاً فى عرض النظام البطليموسى، يعرض فيه الفرغاني عبر ثلاثين فصلاً كيفية ظهور الكون حسب نتائج بطليموس، إلا أنه لم يسلم بكل آراء بطليموس، بل وقف بالنقد على بعض مسائله، وصحح أخرى اعتماداً على تجاربه، ومنها تصحيح ميل فلك البروج من 51.23 درجة إلى 33.23 درجة. كما أكد الفرغاني تبعية أوجى الشمس والقمر لحركة مبادرة الاعتدالين للنجوم الثابتة .

أثر الفرغاني بكتابه هذا تأثيراً كبيراً فى علماء الفلك اللاحقين له، وامتد التأثير إلى الغرب على أثر ترجمته إلى اللاتينية سنة 1134 بمعرفة يحيى الأسباني. وبعد نصف قرن من صدور هذه الترجمة، قدم جيرار

(1) مخطوط جامعة بلقنة الجزائر 33612 رقم 2520 : 8.

(2) مخطوط مكتبة برلين رقم 5710 - 5792.

(3) مخطوط دار الكتب المصرية رقم 5 / 311.

(4) مخطوط دار الكتب المصرية رقم 5 / 311.

(5) مخطوط مكتبة برلين رقم 5793، والمتحف البريطانى رقم 5479.

(6) مخطوط دار الكتب المصرية رقم 5 / 310، ومكتبة باريس الوطنية رقم 3/2504.

الكريموني ترجمة لاتينية أخرى، تلتها ترجمة عريية قام بها يعقوب الأنطولي، واعتمدها يعقوب كريستان بعد فترة من صدورها مع غيرها من الترجمات اللاتينية في إصدار ترجمة لاتينية جديدة كانت لها أهمية كبيرة في تطوير علم الفلك عند الغربيين. فقد عرف بعضهم مجسطى بطلميوس من خلال كتاب الفرغاني، حتى أن العالم الفلكي "دانتة" كان يأخذ أفكار بطلميوس الفلكية من كتاب الفرغاني، ويشير إلى المجسطى دون أن يراه. وكان لأفكار الفرغاني الفلكية الأصيلية تأثيرها الممتد من النصف الأول من القرن الثاني عشر إلى أواخر القرن الخامس عشر على تطور علم الفلك في الغرب، وليس أدل على ذلك من الاقتباسات الكثيرة التي لقتبسها العالم الفلكي الفرنسي بيير دويم من الفرغاني، ودونها في كتابه "نظام العالم" وخاصة للمجلدين الثالث والرابع.

الفصل الرابع

البتاني

البتاني (244-317هـ / 858-929م)

أبو عبد الله محمد بن جابر بن سنان الحراني المعروف بالبتاني، نسبة إلى بلدة بتان التي ولد بها قرب حران الواقعة على أحد روافد نهر الفرات، بدأ بدراسة الفلك على والده جابر البتاني الذي كان عالماً مشهوراً. وبعد فترة من الدراسة وتلقى العلم، انتقل إلى مدينة الرقة عاكفاً على دراسة مؤلفات من سبقوه من الفلكيين وخاصة مؤلفات بطليموس، الأمر الذي أدى به إلى البحث في الفلك والجبر والهندسة والمثلثات والجغرافيا، وعاش حياة علمية اتسمت بالتنقل بين الرقة وأنطاكية بسوريا تلك التي أنشأ بها مرصداً فلكياً عُرف بمرصد البتاني.

وقف البتاني حياته على رصد الأفلاك منذ سنة 877/264م حتى توفي سنة 317هـ / 929م، فصار أحد المشهورين برصد الكواكب والمتقدمين في علم الهندسة وهيئة الأفلاك وحساب النجوم وصناعة الأحكام كما وصفه القفطي. وصار علم الفلك عند البتاني من العلوم السامية المفيدة، فبواسطته يمكن للإنسان أن يقف على أشياء هو في حاجة إليها، فيعرفها ويستغلها لما فيه نفعه⁽¹⁾.

تناول البتاني مسألة اتفاق كوكبين في خط الطول أو خط العرض السماوي سواء كان الكوكبان أحدهما أو كلاهما في دائرة فلك البروج أو خارجها. وقد ضمن تلك المسألة الفلكية المهمة في رسالتيه: "قسي مقدار الاتصالات" و "رسالة في تحقيق أقدار الاتصالات". وبحث البتاني الفرق بين

(1) البتاني، زيج الصابي، نشره كارلونيانيو، روما 1907، ج1، ص13.

حركات الكواكب في مساراتها ثابتة المقدار، وبين حركاتها الحقيقية النسي تختلف من موقع إلى آخر. وسطر هذا في مؤلفه "كتاب تعديل الكواكب". كما قد البتاني حلا رياضياتياً للمسألة النجمية لاتجاه الراصد ودوته في تصنيفه "كتاب معرفة مطالع البروج فيما بين أرباع الفلك".

ويأتي "الزيج الصابئ" على قمة مؤلفات البتاني من حيث الأهمية، ضمنه أرصاده للكواكب أو النجوم لسنة 299هـ، و خلاصة أعماله الفلكية التي قام بها على مدار ما يربو على أربعين سنة، ومنها: وضعه للجداول الفلكية المتعلقة بحركات النجوم التي أكتشفها. وقد أثر هذا الكتاب تأثيراً بليغاً في تطور وتقدم علم الفلك والرياضيات على المستويين الإسلامي والغربي، فقد اعتمد عليه كثير من علماء الفلك المسلمين اللاحقين للبتاني في حساباتهم الفلكية، فضلاً عن الاقتباسات والتمروحات الكثيرة التي وضعت له، لتمتد أهمية الكتاب إلى عصر النهضة الأوروبية والعصر الحديث فيترجمه بلاتوف تيفوك في القرن الثاني عشر الميلادي باسم Scienza de sttillarum أي علم النجوم، ويُطبع في نورمبرغ سنة 1537. وأمر الفونس العاشر ملك قشتالة في القرن الثالث عشر بترجمة زيج البتاني هذا من العربية إلى الأسبانية مباشرة، وطُبعت الترجمة طبعات عدة سنة 1646. وتحتوي إحدى مكنبات باريس حتى اليوم مخطوط لهذه الترجمة. وفي مكتبة الفاتيكان نسخة أخرى. وما بين سنتي 1899 - 1907 نشر كارلونيلىو بروما، معتمداً على نسخة مكتبة الاسكوريال، طبعته لأصل زيج البتاني العربي في ثلاث مجلدات مصحوبة بترجمة لاتينية .

ويعد "الزيج الصابئ" أول زيج يحتوى على أرصاد دقيقة ومعلومات فلكية صحيحة كان لها أثرها في العصور اللاحقة للبتاني وحتى العصر

الحديث، وذلك لاحتواءه على جداول فلكية تخص كل كوكب من الكواكب ومواقعها في أفلاكها وكيفية حركتها. كما يشتمل الزيج على قوانين عددية ومسائل حسابية يمكن عن طريقها معرفة الشهور والأيام والتواريخ الماضية، ومعرفة أبعد نقطة للكواكب عن الأرض وهي ما تُعرف بالأوج، وأقرب نقطة للكواكب من الأرض وهي ما تُعرف بالحضيض⁽¹⁾.

وضمن البناني زيجه أهم أرصاده الفلكية التي صححت حركات القمر والكواكب ووضعه جداول جديدة لمواقعها، وجداول توضيحية وافية تتعلق بحركات الأجرام التي اكتشفها، ولكل هذا وصف الغربيون زيج البناني بأنه أصح الأزياج، وكان لهذا الكتاب أثر عظيم سواء في علم الفلك أو حساب المثلثات الكرى خلال العصور الإسلامية (الوسطى) وعصر النهضة، وقد تُرجم إلى اللاتينية مرات كثيرة منذ القرن الثاني عشر، وحتى القرن التاسع عشر، الأمر الذي جعل الغربيون يعدون البناني أحد علماء الفلك الأفاضل على مر العصور.

قسم البناني "الزيج للصائب" إلى سبعة وخمسين باباً، خصص الأبواب الثلاثة الأولى للمقدمة وطريقة العمليات الحسابية للنظام الستيني، وأوتار الدائرة، والكرة السماوية ودولتها. وبحث البناني في الباب الرابع مقدار "الميل الأعظم" وهو ميل فلك البروج عن فلك معلى النهار. وبأرصاده أخرج البناني القيمة تساوى 23 درجة، و 35 دقيقة، والقيمة الحديثة 23 درجة، و 35 دقيقة، و 41 ثانية. وأفرد البناني أبواباً من الزيج تبحث في رصد ارتفاع الشمس من أجل قياس الزمن. وتتألف في باب بعض طرائق الرصد لاستخراج

(1) البناني، زيج الصائب، مواضع مختلفة.

طول السنة الشمسية الذى وجده عند أهل بابل 365 يوما و 6 ساعات، و 23 دقيقة، و قدره أيرخس بـ 365 وربع يوما، و قدره بطلميوس بـ 365 يوما، و 5 ساعات، و 47 دقيقة، و 30 ثانية و قدره هو أى البتاني بـ 365 يوما، و 6 ساعات، و 14 دقيقة، و 26 ثانية.

وفى الكتاب تسعة أبواب تشتمل على البحث فى النجوم أو الكواكب الثابتة، وتناول فى باب حركة الشمس ومدى بعدها عن القمر عن الأرض، وحركات القمر والكسوف والخسوف والكواكب ومساراتها، وأرصاد النجوم ومنازل القمر. وعقد البتاني فى باب مقارنة بين تقاويم العرب والفرس والروم والقبط. وفى الباب قبل الأخير وصف البتاني الآلات الفلكية وطرائق صنعائها. أما أخطاء علماء الفلك التى إما أن تكون شخصية، أو بسبب خلل يطرأ على الآلة نفسها، فكانت موضوع نقاش الباب الأخير من الزيج الصابى.

من هذا الكتاب وغيره من مؤلفات البتاني عرف العالم أن البتاني هو أول من اكتشف السمات Azimuth والنظير Nadir وحدد نقطتيهما من السماء، كما حدد طول السنة المدارية والفصول والفلك (المدار) الحقيقى والمتوسط للشمس، وقام بتحقيق مواقع كثيرة من النجوم وتصحيح أرصاد القدماء فيها، إما لارتكابهم خطأ فى إجراء فى هذه الأرصاد أو لأن موقع النجوم نفسها قد تغيرت بالنسبة إلى الأرض. فقد صحح تقدير بطلميوس لحركة المبادرة الإعتدالية، وضبطه بدقة، وخالف بطلميوس فى ثبات الأوج الشمسى، وبرهن على تبعيته لحركة المبادرة الإعتدالية، كما صحح قيمة ميل فلك البروج على فلك معدل النهار، وجملة أخرى من حركات القمر والكواكب السائرة.

وللبتاني أرساداً جلية للخسوف والكسوف اعتمد عليها دنتورن سنة 1749 في تحديده لتسارع القمر في حركته خلال قرن من الزمان. فكان البتاني يرصد في الرقة على الضفة اليسرى من الفرات، وقد حدد وهو مقيم بتلك البلدة - وبكثير من الدقة - ميل دائرة فلك البروج (أو الدائرة الكسوفية) بمقدار 23 درجة و 35 دقيقة، وهذا أقصى ما أمكن الوصول إليه آنذاك. وبعد حوالي ألف سنة قام نظيره لالاند الفلكي الفرنسي الكبير المتوفى سنة 1807م بحساب ذلك الميل فوجد مقداره 23 درجة و 35 دقيقة و 41 ثانية، أى بزيادة هذا الفرق من الثانوي، لأنه أضاف إلى تقدير البتاني 44 ثانية للإنكسار، ثم طرح منها 3 ثوانٍ للاختلاف الأفقي، ولهذا عد لالاند البتاني من الفلكيين العشرين المبرزين الذين أنجبتهم الإنسانية منذ أن خلقها الله وحتى الآن⁽¹⁾.

من كل ما سبق عُرف البتاني في الغرب باسم Battenisus، ووصفه كاجوري وهاليه بأقدر علماء الرصد وسماه البعض بطلميوس العرب. وهو من أعظم علماء عصره وأنبغ علماء العرب والمسلمين

(1) والبتاني، كذلك أبو علم المثلثات، فإذا كان بطلميوس قد استخدم الأوتار في حساب الدائرة، وكانت له فرضية واحدة، فإن البتاني استبدل بالوتر جيب المثلث، أى استعمل الجيوب بدلاً من أوتار مضاعف الأقواس، وهذا يُعد ابتكاراً مهماً جداً في الرياضيات إذ أنه ساعد على تسهيل المثلثات. واستخدم البتاني المستقيمات المماسية وظل تمام الزاوية، وأعطى حلولاً رائعة بواسطة المسقط التقريبي لمماسات في حساب المثلثات (الكبرى) وأبدل المربعات بالمثلثات في حل المسائل، وأوتار الأقواس بالجيوب في حساب المثلثات والزوايا .. وصاغ النسب المثلثية على الوجه الذي نستخدمه الآن تقريباً. وقد عرف هذه الحلول جميعاً ريجو مونتانيوس واتحلها في كتابه Detringulis فنسب إليه بعض مؤرخي الغرب علم حساب المثلثات زوراً وبهتاناً ولم يذكروا البتاني مبدعه الأول !

فى الفلك والرياضيات عند جورج سارنٲون؁ وصاحب نظرية جديدة تشف عن شئ كثير من الحنق وسرعة الحيلة لبيان الأحوال التى يرى فيها القمر منذ ولادته باعتراف كارلونيلىنو .

الفصل الخامس

الصوفى

الصوفى (291 / 376هـ - 903 / 986م)

أبو الحسين عبد الرحمن بن عمر بن محمد بن سهل الصوفى، ولد بالرى إحدى مدن إيران القديمة، وبها نعتاً وتعلم حتى صار مشهوراً بعلم الفلك الذى بلغ فيه رتبة عالية مكنته من الإتصال بالخليفة عضد الدولة البويهى الذى اتخذهُ معلماً له فى الفلك، وخاصة مواضع النجوم الثابتة وحركاتها، وغيرها من المسائل الفلكية التى دونها فى كتبه الفلكية المهمة، ومنها: رسالة العمل بالإسطرلاب، كتاب الإرجوزة فى الكواكب الثابتة، كتاب التذكرة، كتاب مطارح الشعاعات، وكتاب الكواكب الثمانية والأربعين، والذى يُعد أشهر مؤلفات الصوفى راجع فيه النجوم الواردة فى كتاب المجسطى لأبطلميوس بمنتهى الدقة، الأمر الذى جعل شيليرب الدنماركى الذى ترجم الكتاب يمتدحه بالقول بأن الصوفى قد أعطانا وصفاً عن السماء المرصعة بالنجوم بصورة أحسن مما توفر من قبل، وقد بقى هذا الوصف لتسعة قرون دون أن يوجد له نظير.

ويأتى على قمة مؤلفات الصوفى الفلكية من حيث الأهمية والعظمة كتابه الأشهب "كتاب الكواكب الثابتة" الذى عدّه سارتون أحد الكتب الثلاثة الرئيسية فى الفلك عند المسلمين، والكتابتان الأخران هما زيج ابن يونس، وزيج أولونغ بك. ولعل أهم ما يميز كتاب الكواكب الثابتة للصوفى رسومه الملونة للكواكب والنجوم السماوية تلك التى مثلها على هيئة بشرية وحيوانية، فمنها ما هو على هيئة امرأة أو رجل أو أسد أو نتنين، أو ثوب.

قدّم للصوفى فى كتابه هذا وغيره من مؤلفاته إنجازات فلكية عملت على تطور علم الفلك، وقد وقف المشتغلون بالفلك من الجانب الغربى على ما

أنجزه الصوفي، بعد أن ترجموا مؤلفاته وحققوها ونشروها، فوجدوا أنه: رصد آلاف النجوم وعدّها وحدد أبعادها طولاً وعرضاً في السماء ودرجة شعاع كل منها وقدر أحجامها كما قدر مبادرة الإعتدالين، وقرر بعد أرصاده ومشاهداته أن عدد النجوم الخفية أكثر بكثير من العدد الذي يحسبه الفلكيون وهو 1025. فاكتشف الصوفي نجوماً لم يسبقه أحد إلى اكتشافها، ورسم خريطة للسماء بين فيها كل هذه المواضع، كما وضع جدولاً للنجوم صحح بمقتضاه أخطاء من سبقوه ولم يقتصر هذا الفلكي العظيم - بحسب الدوميلي - على تعيين كثير من الكواكب التي لا توجد عند بطليموس، بل صحح أيضاً من الملاحظات التي أخطأ فيها، ومكن بذلك المحدثين من التعرف على الكواكب التي حدد لها الفلكي اليوناني مراكز غير دقيقة. ولذا اعتبر بعض الفلكيين الغربيين أن الصوفي يمثل نقطة تحول من عصر بطليموس إلى عصره، ثم إلى العصر الحاضر، واعتبروا أن كتابة في الكواكب الثابتة أصبح من كتاب بطليموس وزيجه أصبح زيچ وصل إلينا من كتب القدماء، كما عدوا الصوفي أول من اكتشف ما يُعرف الآن باسم "سديم مسييه" وهي سحابة من المادة الكونية. وعلى مؤلفاته اعتمد الفلكيون المحدثون في حساب التغير في ضوء بعض النجوم.

الفصل السادس

ابن يونس المصري

ابن يونس (ت 399هـ / 1009م)

أبو الحسن على بن أبي سعيد عبد الرحمن بن أحمد بن يونس، ولد، في القاهرة، وتربى ونشأ على ضفاف النيل في كنف أسرة علمية، فأبوه عبد الرحمن بن يونس كان محدثاً ومؤرخاً مشهوراً، وحده يونس بن عبد الأعلى صاحب الإمام الشافعي والإختصاصي في علم النجوم .. وبعد إتمام دراساته في مرحلة الشباب حظى ابن يونس بمكانة كبيرة لدى الخلفاء الفاطميين، فقدروا نبوغه وتفوقه على متابعة وإتمام بحوثه في علم الفلك والرياضيات إلى الدرجة التي معها بنوا له مرصداً على جبل المقطم قرب مدينة الفسطاط (القاهرة) وزودوه بما يلزم من أحدث الآلات والأدوات المعروفة عصرئذ .

وبناءً على طلب العزيز الفاطمي أبو الحاكم، بدأ ابن يونس سنة 380هـ / 990م في تأليف زيج فلكي، وأتمه في عهد الحاكم ولد العزيز 397هـ / 1007م أي قبل وفاته بسنتين، وسماه "الزيج الكبير الحاكمي" نسبة إلى الخليفة، بدأ ابن يونس زيجه بجمع كل الآيات القرآنية التي تتعلق بأحوال السماء، ورتبها بحسب مواضعها ترتيباً جميلاً، ومسترشداً بها من حيث أن التفكير في خلق السموات والأرض وعجائب المخلوقات هو من أحسن السبل إلى معرفة الله جلّ وعلى. ويشتمل الزيج على واحد وثلاثين فصلاً بعد المقدمة، فهو زيج كبير على رأي ابن خلكان لم ير في الأزياج على كثرتها أطول منه. دون فيه ابن يونس الهدف من وراء تأليفه ووضعه وهو التحقق من أرصاء السابقين له وآراءهم ونظرياتهم في الثوابت الفلكية لاستدراك ما فاتهم. وفيه دون ابن يونس رصده لكسوف الشمس وخسوف القمر في القاهرة سنة 369هـ / 978م بعد أن راقبه لمدة سنتين، وأثبت من هذا الرصد تزايد

حركة القمر، واستطاع حساب مبل دائرة النروج وحساب العجلة القريبة فى الحركة المتوسطة للقمر، ذلك الذى جاء انق حساب واقربه حتى ظهور الات الرصد الحديثة .

وقد قام "الزيح الكبير الحاكمى" مقام المجسطى والرسائل التى ألفها علماء بغداد سابقاً على حد قول سيديو . وأفاد ابن يونس بزيجه فائدة قيمة بحسب "سوتر" والذى يأسف من أنه لم يصل إلينا كاملاً، وتتوزع أجزاءه التى وصلت إلينا بين عدد من المكتبات العالمية كالقاهرة وباريس والاسكوريال وبرلين . ولحسن الحظ، بحسب علماء الغرب، ترجم كوسان Caussin ونشر بعض أجزاءه التى تحتوى على أرصاد ابن يونس عن الكسوف والخسوف واقتران الكواكب، فضلاً عن أرصاد الفلكيين القدماء، الأمر الذى حدا بمؤلف العلم الشهير جورج سارتون إلى التقرير بأن ابن يونس ربما كان أعظم فلكى مسلم، ويشكل بزيجه الكبير الحاكمى "مع زيح عبد الرحمن الصوفى، وزيح الغ بك الكتب الرئيسة الثلاثة التى اشتهرت فى علم الفلك عند المسلمين .

ساهم ابن يونس فى تطور علم المثلثات، حيث قتم فيه بحوثاً قيمة فاقت بحوث غيره من الرياضيين وأفادوا بها فى تقدم علم المثلثات. فقد ظل ابن يونس - بحسب سيديو - يستعمل من سنة 369هـ / 979 إلى سنة 398هـ / 1008م أظلالاً أى خطوطاً مماسة، وأظلال تمام حسب بها الجداول الستينية التى وضعها . واستعمل بن يونس المسقط العمودى للكرة السماوية على كل من المستوى الأفقى ومستوى الزوال لحل مسائل وأعمال صعبة فى المثلثات الكروية. وأوجد القيمة التقريبية لجيب (أ)، واخترع حساب الأقواس لتريح من كثرة استخراج الجذور المربعة وتسهل قوانين التقويم. وهو أول من

وضع قانوناً في حساب المتلثات الكروية يمكن به تحويل عمليات الضرب إلى عمليات جمع، فكان له أهمية كبرى عند علماء الفلك قبل اعتماد اللوغاريتمات، إذ حلّ كثيراً من المسائل الطويلة المعقدة .

الفصل السابع

البيرونى

محمد بن أحمد أبو الريحان الخوارزمي البيروني، ولد سنة 362هـ- 973م بضاحية "كات" من أعمال خوارزم. شب البيروني محباً للعلم والبحث، واستطاع قبل بلوغه العقد الثاني من عمره أن يجيد اللغات: العربية والسريانية اليونانية والفارسية، إلى جانب لغة خوارزم وفي فترة من حياته العلمية انتقل إلى الهند، وتعلم اللغة الهندية، ونقل إلى الهند معارف المسلمين.

تعلم البيروني على أبي سهل المسيحي الفلك والرياضيات والطب، وتعلم على العالم عبد الصمد بن عبد الصمد، وكان عالماً رياضياتياً وفلكياً، وتعلم على أبي نصر علي بن الجبلي الذي اشتهر بنبوغه في الفلك وعلم حساب المثلثات، وكان من أفراد الأسرة الخوارزمية المالكة، علم البيروني هندسة إقليدس، وفلك بطليموس، وأمله لدراسة الفلك بصورة أعمق، فأظهر فيه نبوغاً مبكراً يشير إلى ذلك استعماله حلقة مقسمة إلى أنصاف درجات لرصد الشمس الزوال في مسقط رأسه (كات) وتمكن من تعيين موقعها الجغرافي بالنسبة إلى خط العرض، ثم تمكن من رصد قلب الشمس الصيفي بحلقة جعل قطرها خمسة عشر ذراعاً.

نبغ البيروني في الفلك والرياضيات والفيزياء والطب والصيدلة والجغرافيا، والفلسفة، وألف في هذه العلوم مؤلفات كثيرة، من أهمها في الفلك: كتاب الآثار الباقية عن القرون الخالية، وكتاب العمل بالإسطرلاب، وكتاب تحديد نهاية الأماكن لتصحيح مسافات المساكن. وكتاب القانون المسعودي، وكتاب تحقيق منازل القمر، وكتاب الآلات والعمل، وكتاب تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة في العقل أم مردولة، ومقالة في تحديد مكان البلد باستخدام خطوط الطول والعرض. ويمكن تتبع إسهامات البيروني الفلكية فيما يلي:

قال البيرونى بكروية الأرض كما قال من سبقه من علماء اليونان
كفيثاغورث الذى قَمَّ بعض الأدلة على كرويتها، إلا أنها كانت محل نقد
وخاصة من مواطنه أرسطو . أما أدلة البيرونى وبراهينه على كروية الأرض
فجاءت علمية منطقية تشير إلى صعوبة إثبات عكسها من ناحية، وتشير إلى
عبقرية البيرونى من ناحية أخرى .

فالأرض على هيئة شبيهة بالكرة .. وشكلها الكروى بالضرورة، إلا
أن تخرج عنه بأمر إلهى⁽¹⁾. ويبتدئ البيرونى أدلته على كرية الأرض من
القرآن الكريم الذى أشار إلى كرويتها من خلال تكوّر الليل والنهار بفعل
دوران الأرض ككرة حول نفسها فى مواجهة الشمس، فيغمر الضوء سطحها
المكور، فيكون النهار، ومع استمرار دوران الأرض يغمر الليل نفس المسطح
المكور، فيكون الليل، كما قال الله جلّ وعلى: ﴿يَكُونُ اللَّيْلُ عَلَى النَّهَارِ وَيَكُونُ
النَّهَارُ عَلَى اللَّيْلِ﴾⁽²⁾.

ولا يمكن تكوير الليل على النهار، ولا النهار على الليل، إلا إذا كانت
الأرض كروية. والواقع يثبت ذلك إذ لو كانت الأرض مستقيمة، لسطعت
عليها الشمس دفعة واحدة بدون شروق وغروب، أو عمها الظلام من أقصاها
إلى أقصاها⁽³⁾.

(1) البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة فى العقل لم مردولة، طبعة دائرة المعارف
العثمانية، حيدر آباد الدكن، الهند 1958، ص224.

(2) الزمر 5.

(3) راجع البيرونى، القانون المسعودى طبعة دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن،
الهند 1954، ج 1، ص23.

ونحن إذا تأملنا مع البيروني كمسوف القمر⁽¹⁾ أحسنا حروفه بالإستدارة وخاصة إذا قسنا قطعة بين بدء الكمسوف وثمائه وبين أول الإنجلاء وآخره .. علمنا أن الفصل المشترك بين ما يستضي من الأرض وبينهما ينبعث الظل فيه هو دائرة، ثم ليست الكمسوفات مقصورة من الشمال والجنوب على جهة واحدة، ومن الإنحراف فيهما على مقدار واحد، ومن الليل أيضا على وقت واحد، حتى يخص تلك الإستدارة موضع من الكاسف دون آخر. فلكناثر تلك الفصول المشتركة واختلاف مواضعها من الأرض مع اتفاق أثرها في الظل عن القمر بالإستدارة، تزول الشبهة في أمر الأرض، وتثبت لها الإستدارة من جميع الجهات .

يتضح من النص أن البيروني يستدل أيضا على كروية الأرض بظاهرة خسوف القمر، فعندما تقع الأرض بين القمر والشمس، تضاء الأرض المواجهة للشمس، ويقع ظلها على القمر في صورة شبه كرة مستديرة. وكذلك الماء فإن سطحها كما يقول البيروني⁽²⁾: مستدير وأصدق كرية من الأرض، لأنه إن توهم مستويا، كان وسطه أقرب إلى المركز من حواشيه. والمراكب في البحار تعد دليلاً ينفرد به الماء، حيث تظهر أعاليها للناظر إليها من بعيد قبل جنتها، والجنة أعظم منها لولا أن حدية الماء الكرية تمنعها وتخفيها من انبطاحها، إلى أن يزول المستر، فتظهر بالإنقرب .

ويمكن التحقق من إنحناء الأرض في الجهات التي بين خطي الطول والعرض تبعا للبيروني⁽³⁾ بأطوال الأيام في المدن ومنها على سبيل المثال،

(1) البيروني، القانون المسعودي، جـ 1، ص 36.

(2) البيروني، القانون المسعودي، جـ 1، ص 48 بتصريف.

(3) القانون المسعودي، 1 / 35 بتصريف.

بلدة بلغار فى أقصى الشمال، وبلدة عدن التى تبعد عنها جهة الجنوب فيذهب إلى أن أطول الأيام فى عدن يزيد قليلاً على اثنتى عشر ساعة، وفى بلغار يقل عن سبع عشرة ساعة.. وهناك ساعتان فرق بين الشروق والغروب فى البلدتين، فحينما تشرق الشمس على عدن، تكون قد سطعت فى سماء بلغار إلى ارتفاع تقدر مدته بساعتين، ولذلك حين ينظر الراصد فى بلغار إلى شروق الشمس أو غروبها يشاهد جزءاً من السماء بهذا القدر، ولا يراه فى سماء عدن، وذلك لوقوعه فى دائرة تحت القطب نفسه. وكذلك عند شروق الشمس وغروبها فى شتاء عدن، يرى الراصد نفس القدر من السماء، ولا يراه فى بلغار.

والتائم فى محل من الأرض خال من أى شئ يمنع امتداد النظر إلى جميع جهاتها، يراها مستديرة، فكروية الأرض تخفى عن السائر فيها نحو الجبال أسافلها، ويرى أعاليها. ولو كانت الأرض غير كروية لرآها دفعة واحدة كما يقول البيرونى⁽¹⁾: السائر فى أجواء المعمورة نحو الجبال تظهر له منها أعاليها كأنها تبرز من الأرض شيئاً بعد شئ حتى ينتهى إليها، وهذا ظاهر فى الوجود مستقيم منه للدلالة على أن الأرض والماء معاً فى الكرية.

أما دوران الأرض، فقد نادى بطلميوس فى العصر اليونانى بدوران الشمس حول الأرض. وظل هذا الراى سائداً لقرون طويلة إلى أن جاء البيرونى وأثبت عكسه، وهو أن الأرض تدور أمام الشمس حول محورها. وهو الراى الذى نادى به كوبرنيكوس فى العصر الحديث مدعياً أنه أول من اكتشفه، مع أن البيرونى قد نادى به وأثبتته قبله بمئات السنين.

(1) المصدر نفسه، الصفحة نفسها.

رأى البيرونى أن الأرض تدور حول محورها، ودليل ذلك تعاقب الليل والنهار، وينتج اختلاف الأوقات من مكان إلى آخر على الأرض نتيجة استدارتها⁽¹⁾. ولو لم تكن الأرض مستديرة وتدور أمام الشمس حول محورها، لما اختلف الليل والنهار في الشتاء والصيف.

وإذا كان الليل والنهار يتعاقبان نتيجة دوران الأرض أمام الشمس حول محورها، فإن تعاقب الفصول الأربعة: الصيف والخريف والشتاء والربيع يتعاقبوا نتيجة دوران الأرض حول الشمس دورة كاملة كل سنة، والسنة عند البيرونى⁽²⁾ هي عودة الشمس في فلك البروج إذا تحركت على خلاف حركة الكل إلى أى نقطة فرضت ابتداء حركتها، وذلك أنها تستوفى الأزمنة الأربعة التى هي الربيع والصيف والخريف والشتاء، وتحوز طبائعها الأربعة خلال سنة مقدارها ثلاثمائة وخمسة وستين يوماً وربيع يوم.

وتتضح دورة الأرض⁽³⁾ من مشاهدة تقاطعها مع زاوية معدل النهار، فتتصف نصفين، نصف البروج الشمالية فوق الأرض، والآخر نصف البروج الجنوبية تحت الأفق. ومع دوران الأرض حول الشمس تكون البروج الشمالية نورا متى كانت الشمس فيها، وظلاما للبروج الجنوبية، والعكس مع دوران الأرض. فظاهر على حسب قول البيرونى أن منطقة البروج تتصف بتقاطعها مع معدل النهار، فيقع نصفها فوق الأفق ونصفها تحته، فأما من تحت

(1) البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة .. ص 222.

(2) البيرونى، الآثار الباقية عن القرون الخالية، طبعة مكتبة المثنى ببغداد بسون تاريخ،

ص 79

(3) البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة .. ص 279.

القطب الشمالى فتظهر الشمس فوق الأفق، ولذلك يكون نهراً له، وأما من تحت القطب الجنوبية فخفية تحت الأفق، ولذلك يكون ليلاً له.

إن اختلاف الأوقات ناتج عن استدارة الأرض⁽¹⁾ كما قال البيرونى، واستدل على دورانها حول الشمس من التساوى بين الليل والنهار مرتين فى السنة، مرة فى الخريف، وأخرى فى الربيع. ويختلف طول الليل والنهار فى الشتاء والصيف، فالنهار ينتهى فى طوله عند تنأى قرب الشمس من القطب الشمالى، وينتهى فى قصره عند تنأى بعدها عنه. ويساوى ليل الصيف الأقصر نهار الشتاء الأقصر، وهذا يؤكد قول الله جل جلاله: ﴿يُولِجُ اللَّيْلَ فِي النَّهَارِ وَيُولِجُ النَّهَارَ فِي اللَّيْلِ﴾⁽²⁾ أى يطول الليل ويأخذ من النهار، ويطول النهار ويأخذ من الليل فيدخل طائفة من الليل فى النهار - فيقصر الليل ويطول النهار، ويدخل طائفة من النهار فى الليل، فيقصر النهار ويطول الليل.

يتضح مما سبق أن البيرونى قال وأثبت دوران الأرض حول محورها وهو للشمس. ومن الجدير بالاعتبار أن العلم الحديث يؤكد على ما قال به وأثبتته البيرونى "فالأرض تدور مثل بقية الكواكب الأخرى حول الشمس فى مدار اهليجى مرة واحدة فى السنة مستغرقة 365.25 يوماً تقريباً فينتج عن هذا الدوران الفصول الأربعة. وتدور الأرض حول محورها أمام الشمس مرة واحدة فى اليوم، فينتج الليل والنهار.

ومن أهم إنجازات البيرونى الفلكية أنه يُعد من أوائل العلماء الذين استطاعوا تحديد مقدار زاوية المحور أو الميل الأعظم Obliquity of the

{1} البيرونى، المصدر نفسه، الصفحة نفسها.

{2} نؤمن 29.

ecliptic الذى جعله البيرونى لتحديد المنقلبين الصيفى والشتوى، والإعتدالين الربيعى والخريفى، فهو من أهم علاقات الترابط بين الشمس والأرض فالشمس تقرب من سمت رؤوس سكان معمورة الأرض فى ناحية الشمال صيفا، وتبعد عنهم نحو الجنوب شتاء، والميل الأعظم متى كان إلى رأس السرطان فهو الشمالى، ومتى كان إلى رأس الجدى فهو الجنوبى، والميل فى هاتين الجهتين متماوى المقدار⁽¹⁾.

ويشرح البيرونى كيفية تحصيل هذا الميل عن طريق رصد ارتفاع الشمس على حسب قربها أو بعدها من خط الإستواء. فالأرض تدور حول الشمس، وهذا الدوران هو دائرة البروج التى تحوى اثنا عشر برجاً ستة فى نصفها الشمالى وهى: الثور والحمل والسرطان والجوزاء والأسد والسنبلة، وستة فى نصفها الجنوبى وهى: الحوت والدلو والجدى والعقرب والقوس والميزان. وظاهر كما يقول البيرونى⁽²⁾: أن منطقة البروج تنصف بتقاطعها مع معدل النهار فيقع نصفها فوق الأفق ونصفها تحته، فما دامت الشمس فى البروج الشمالية الميل فإنها تدور دوراً رحوياً لأجل موازات المدارات اليومية الأفق كالمقنطرات. أما من تحت القطب الشمالى فظاهرة فوق الأفق، ولذلك يكون نهاراً له. وأما من تحت القطب الجنوبى فخفية تحت الأفق، ولذلك ليلاً له. فإذا انتقلت الشمس إلى البروج الجنوبية دارت رحاوية تحت الأفق فكان ليلاً لمن تحت القطب الشمالى ونهاراً لمن فى القطب الجنوبى .

فعندما تتعامد للشمس على مدار السرطان، يزداد طول النهار تدريجياً حتى يبلغ نهايته فى القطب الشمالى فينتهى فى طوله عند تنأى قرب الشمس

(1) البيرونى، الإصطrolاب، مخطوط دار الكتب المصرية رقم 914 فلك، ورقة 12و.

(2) تحقيق ما للهند من مقولة، ص 278.

من القطب الشمالى وينتهى فى قصره عند تنهى بعدها منه، ويساوى ليل الصيف الأقصر نهار الشتاء الأقصر. أما فى الاعتدالين الربيعى والخريفى فتكون الشمس متعامدة على خط الإستواء، فيبلغ كل منهما الصفر، فيساوى طول كل من الليل والنهار على سطح الكرة الأرضية مرتين فى السنة مرة فى الربيع والأخرى فى الخريف.

ومن ذلك استطاع البيرونى قياس زاوية ميل المحور التى ينتج عنها الفصول الأربعة، ودوران الأرض حول محورها والذى ينتج عنه الليل والنهار. وتوصل بتجاربه ومشاهداته والآلة التى ابتكرها لهذا القياس إلى أن مقدار زاوية المحور أو زاوية تقاطع معدل النهار تساوى 23.5 درجة، وهى نفس الدرجة التى لكدها العلم الحديث .

وفى البحث فى الجاذبية Gravitation يذكر البيرونى دوافعه وراء هذا البحث وهى أنه لم يجد فى كتب ومؤلفات السابقين أى حديث عن الجاذبية، فالتاس "فى جميع مواضع الأرض على حالة واحدة ليس عندهم ما ذكرنا خبر"⁽¹⁾ أى ليس لديهم أى بحث فى الجاذبية. ومن هنا يعد البيرونى أول عالم يبحث فى الجاذبية، ويثبت أن للأرض جاذبية، ويدلل على ذلك بأن الشخص المعلق فى السقف ليس كالشخص الثابت على الأرض، فالأول يواجه السقوط إلى أسفل، ويدرك الآخر أنه مستوى ومستقر "فليس أحد المتقاطرين من سكانها كالمستقر على القرار عارف من نفسه حال الاستواء، والآخر كالمشرد كرها على السقف يعرف من نفسه الانتكاس والإضرار، وليس

(1) البيرونى، القانون المسعودى، 1/ 44.

أحدهما إذا انتقل إلى مكان الآخر بواجده ما كان يجده ذلك⁽¹⁾ ". فالجسم يسقط إلى الأرض تبعا لحجمه ومسافة أو قوة السقوط، وهذا صادر عن قوانين صحيحة كما يقول البيروني⁽²⁾ تجعل الأشياء الثقيلة تقع إلى الأرض، وذلك لما فى طبيعتها من إمساك الأشياء وحفظها، فالأرض تمسك ما عليها لأنها من جميع الجهات سفلى، فالبدور تنزل إليها حيث ما رمى بها ولا تصعد عنها، وإن رام شئى عن الأرض مسفولا فليسفل، فلا سافل غيرها.

لكن هل الأرض لها قوة جانبية واحدة فى جميع أرجائها؟ يجيب البيرونى بالنفى، ويقرر أن⁽³⁾: جانبية الأرض تختلف عند خط الاستواء عما عداه من أرجاء الأرض، فلو أنزلنا حجرا على خط الاستواء لنزل مع المحور بزاوية قائمة، وليس ذلك بمشاهد إلا فى خط الاستواء، وأما فى سائر السبلات فإنه يحيط مع المحور بزاوية حادة. ويرجع هذا إلى أن قطر الأرض الواصل بين قطبيها أقصر من قطرها عند خط الاستواء، وذلك لعدم تمام كرويتها، فتختلف جاذبية الأرض للجسم باختلاف مكانه من سطحها، فيكون أصغر ما يكون على محيط خط الاستواء فيسقط عموديا، ويكون وزنه أكبر ما يكون عند أحد القطبين فيسقط بزاوية حادة .

يتضح مما سبق أن علم الفلك الحديث لا يخرج عما ناد به البيرونى وأثبتته بخصوص الجاذبية الأرضية، فلم يسبقه أحد إلى أى حديث فى ذلك، لذا يُعد هو أول من اكتشف وأثبت جاذبية الأرض، وليس نيوتن الإنجليزى

{1} البيرونى، المصدر نفسه، الصفحة نفسها.

{2} البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة، ص 227.

{3} البيرونى، القانون المسعودى، 1/ 46 .

(1642-1727)، وأن هذه الجاذبية تبعا للبيروني تختلف عند خط الاستواء عن قطبيها الشمالي والجنوبي. وكل ما فعله نيوتن في العصر الحديث هو أنه صاغ تفسيرات البيروني للجاذبية في صورة قانون علمي ينص على أن كل جسم مادي يجذب كل جسم مادي آخر بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلة كل منهما، وعكسيا مع مربع البعدين عن مركزى ثقلهما .

ولا غرابة إذا علمنا أن نيوتن قد صاغ هذا القانون بناءً على توجيهات البيروني الذي صرح بأنه يُخلى تصانيفه من القوانين والمثالات، وذلك ليجتهد الناظر فيها ما أودعته فيها من كان له دربه واجتهاد وهو محب للعلم، ومن كان من الناس على غير هذه الصفة، فلمت أبالي له. فهم أم لم يفهم.

كذلك لم يكن الفلكي الفرنسي لابلاس (1749-1827) ونيوتن الانجليزى هما أول من شرحا وبيّنا ظاهرة المد والجزر Tides، بل سبقهما إلى ذلك البيروني، وهاك المؤيدات:

كعادته في دراسة أى ظاهرة يتبدى البيروني بالاطلاع على تراث سابقه من الحضارات الأخرى. وفي دراسته للهند وجد معرفة الهنود بظاهرة المد والجزر محصورة في صورتين، الأولى خرافية يأخذ بها العامة، والأخرى طبيعية ويتبناها العلماء، ولكنهم لم يستطيعوا الوصول إلى تفسير علمي لها كما يقول⁽¹⁾: إنه سمع من الهنود أن مانى اعتقد أن في البحر عفرينا يكون المد والجزر من تنفسه جاذبا ومرسلا. وأما خاصتهم فيعرفونها في اليوم بطلوع القمر وغروبه، وفي الشهر بزيادة نوره ونقصانه، وإن لم يهتدوا بتعلّة الطبيعية منهما .

(1) البيروني، تحقيق ما للهند من مقولة، ص430.

ومن إحدى مدن الهند التي عرفت بصاحبة القمر لتأثيره في ارتفاع وانخفاض الماء بها، وهي مدينة سومنات، يبدأ البيروني في دراسة ظاهرة المد والجزر، مفسرا لها، وشارحا لأسباب حدوثها، فيرى أن لتأثيرات القمر في البحار والرطوبات حالات دائرة في أرباع الشهر واليوم بليته⁽¹⁾، فمن دوران القمر حول الأرض دورة كاملة كل شهر وبتأثير أشكاله المختلفة من بدر وهلال وتربعين أول وثان، وفي أوقاتهم يحصل المد، كما يحدث مرتين في اليوم صباحا ومساء في مكان نتيجة دورة القمر للظاهرية. ويحدث الجزر مرتين إحداهما بعد الظهر والأخرى، بعد منتصف الليل. ويظهر من المد والجزر أن القمر مواظب على خدمة البحر ونظافة شواطئه على حد قول البيروني⁽²⁾ : فكلما طلع القمر وغرب، ربا ماء البحر بالمد ففرقه، وإذا وافى نصف النهار والليل نصب الجزر فأظهره، وكان القمر مواظب على خدمته وغسله.

ويوضح البيروني تأثير المد والجزر في الطبيعة، فيقرر بناءً على دراساته ومشاهداته أن⁽³⁾: الجزائر تنشأ وتبرز من الماء ككتيب رمل مجتمع، وتزداد ارتفاعا وانبساطا وتبقى حيناً من الدهر، ثم يصيبها الهرم فتتحل عن التماسك وتنتشر في الماء كالشئ للذائب وتغيب، وأهل تلك الجزائر ينتقلون من الجزيرة الهرمة التي ظهر فسادها إلى الفتية الطرية التي قرب وقت ظهورها .

(1) البيروني، تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن، تحقيق ب. بولجاف،

مراجعة إمام إبراهيم أحمد، معهد المخطوطات العربية 1962، ص 27.

(2) البيروني، تحقيق ما للهند من مقولة، ص 314.

(3) البيروني، القانون المسعودي 1، 291 .

واستطاع البيرونى قياس ارتفاع الماء فى البحار أثناء المد، والسدى يغشى الشط، والجزر الذى يغشى أكثر أماكن البحر الأخرى، وقدره بحوالى واحد وستين ذراعاً فاللجة ووسط الماء إذا ارتفع بنيف وستين ذراعاً غشى الشط، والأرجل منه أكثر مما هو مشاهد⁽¹⁾ وإذا علمنا أن مقدار الذراع على أيام البيرونى يساوى أربعين سنتيمتراً، فإن ارتفاع الماء أثناء المد يبلغ حوالى أربعة وعشرين متراً، وهذا قريب جداً من للقياس الحديث.

ومن المسائل الفلكية المهمة التى شغلت للفلكيين، قبل البيرونى وبعده، مسألة قياس محيط الأرض. وبعد أن اطلع البيرونى على قياس سابقه وتعرض بالنقد لبعضه، سجل لنا طريقته فى قياس محيط الأرض والسدى أخرجه مقترباً إلى حد كبير مما يأخذ به العلم الحديث، بل ووضع قاعدة لقياس محيط الأرض تعرف حتى الآن بقاعدة البيرونى .

وفى معرفة ذلك على حد قوله⁽²⁾: طريق قائم فى السوهم صحيح بالبرهان، والوصول إلى عمله صعب لصغر الإصطربلاب، وقلة مقدار الشئ الذى يبنى عليه فيه، وهو أن تصعد جبلاً مشرفاً على بحر أو برية ملساء وترصد غروب الشمس، فتجد فيه ما ذكرناه من الإنحطاط نفسه، ثم تعرف مقدار عمود ذلك الجبل وتضربه فى الجيب المستوى لتمام الإنحطاط الموجود، وتقسم المجتمع على الجيب المنكوس لذلك الانحطاط نفسه، ثم تضرب ما خرج من القسمة فى اثنين وعشرين أبداً، وتقسم المبلغ على سبعة، فيخرج مقدار إحاطة الأرض بالمقدار الذى به قدرت عمود الجبل.

(1) المصدر نفسه، الصفحة نفسها.

(2) البيرونى، الإصطربلاب، ورقة 932.

وبعد أن سطر البيرونى طريقته هذه فى قياس محيط الأرض نظرياً فى كتابه الاضطراب، نجده يخرجها إلى حيز التطبيق ويصفها فى القانون المسعودى بأنه أراد تحقيق قياس المأمون فاختر جبالاً فى بلاد الهند مشرفاً على البحر وعلى برية مستوية، ثم قاس ارتفاع الجبل فوجده 652 ذراعاً وقاس الإنحطاط فوجده 34 دقيقة، فاستبطن أن مقدار درجته من خط نصف النهار يساوى 58 ميلاً على التقريب. وحاصل امتحانى هذا يكفى دلالة على ضبط القياس المستقصى الذى أجراه الفلكيون فى أيام المأمون. وهذا الحساب الذى أجراه البيرونى بجداول اللوغاريتمات وجده 56.92 ميلاً هكذا:

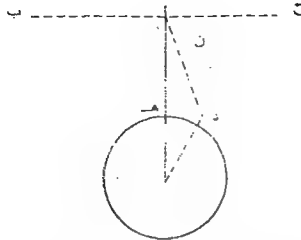
$$\text{محيط الدائرة} = 2 \text{ ط نق} = 79.357 \times 2 \times \frac{22}{7} \times \text{نق}$$

$$\text{نق} = \frac{7 \times 79.357}{22 \times 2} = \frac{7 \times 79.357}{44} = 56.92113636$$

$$= 56.92 \text{ ميلاً تقريباً.}$$

وقد برهن العلم الحديث على طريقة البيرونى لقياس محيط الأرض بقاعدته المشهورة حتى اليوم هكذا⁽¹⁾:

(1) كارلو نيليتو، علم الفلك، تاريخه عند العرب فى القرون الوسطى، طبعة روما 1911.



لنفرض كما فى الشكل أ قمة جبل ما، وخط أ هـ عموده أى ارتفاعه وهو خط يصل امتداده إلى نقطة ع هى مركز الأرض، ثم نرسم خط ب م عمودا على أ ع موازيا لأفق قمة الجبل، ونرسم أيضا خط أ د المماس لمحيط الدائرة على نقطة د. ولما كان يبرهن فى الهندسة أن الخط المستقيم المماس لدائرة ما عموداً على نصف القطر الواصل إلى نقطة التماس، يكون أ د عمودا على ع د ، ومثلث أ د ع يكون قائم الزاوية على نقطة د. أما زاوية ج أ د فهى ما يسميه البيرونى انحطاط الأفق. ومن الواضح أنها تمام زاوية ع أ د ، أى أنها تعادل زاوية أ ع د، فإذا أشرنا بحرفى نق إلى نصف القطر الذى تنسب إليه الخطوط المساحية، وحرف ر إلى نصف قطر الأرض، وبحرف ف إلى ارتفاع الجبل، وبحرف ن إلى الإنحطاط، ينتج من قواعد حساب المثلثات المستوية:

$$\text{ج ع أ د} = \text{ج ن أ د} = \text{ج ت ن} = \text{نق} = \frac{\text{د ع}}{\text{أ ع}} = \frac{\text{ر}}{\text{ر + ف}}$$

$$\text{نق ر} = \text{ج ت ن} (\text{ر + ف}) = \text{ر ج ت ن} + \text{ف ج ت ن}$$

$$\text{نق ر} - \text{ر ج ت ن} = \text{ف ج ت ن} \quad \text{ر} (\text{نق} - \text{ج ت ن}) = \text{ف ج ت ن}$$

$$\text{فينتج ر} = \frac{\text{فجنان}}{(\text{نق} - \text{جنان})}$$

وهذه المعادلة الأخيرة هي قاعدة البيروني لأن الجيب المنكوس عبارة عن نصف القطر المنقوص منه جيب تمام الزاوية المفروضة، فإن ضربنا ر في ط أى فى $\frac{22}{7}$ كان الحاصل مقدار محيط الأرض.

الفصل الثامن

ابن الشاطر

علاء الدين على بن ابراهيم بن محمد بن الهمام بن حمان بن ثابت الأنصارى الأوسى المسمى المؤقت المطعم ابن الشاطر، عربى أصيل يرتد نمبه إلى قبيلة الأوس بالمدينة. ولد بدمشق سنة 704هـ / 1304م، وتوفى بها سنة 777هـ / 1375م. وما بين المولد والوفاة حياة حافلة بالإنجازات العلمية المنسوبة إليه حتى اليوم. بدأ حياته، بعد وفاة والده وهو فى سر السادسة، بتعلم فن تطعيم العاج على يد زوج خالته وابن عم أبيه الحسن بن الحسين بن ابراهيم بن يوسف الشاطر، واكتسب لقبه "ابن الشاطر" من هذا الرجل. ولُقّب أيضا بـ "المطعم" نسبة إلى صناعة تطعيم العاج تلك التى أتقنها واشتهر بالتجارة فيها حتى جمع منها ثروة كبيرة مكنته من أسفاره ورحلاته العلمية إلى كثير من بلاد العالم، ومنها بلاد الشام ومصر التى درس فيها الرياضيات والفلك. أما لقب "المؤقت" فيرجع إلى توليه وظيفة التوقيت ورئاسة المؤننين فى الجامع الأموى بدمشق لفترة طويلة من حياته .

درس ابن الشاطر واطلع على تراث سابقه فى الفلك اليونانى، وترجم منه بعض الأعمال. كما درس الأعمال الفلكية لمن سبقوه من الفلكيين الإسلاميين أمثال: قطب الدين الشيرازى، ومؤيد الدين العرضى الدمشقى، ومحيى الدين المغربى، والحسن بن الهيثم، واستفاد كثيراً من مدرسة "مراغة" الفلكية ورئيسها نصير الدين الطوسى الذى انتقده ابن الشاطر فى مواضع، تماماً مثلما تعرض بالنقد فى مواضع أخرى لكل من سبقه ودرسه من الفلكيين، اليونانيين منهم والمسلمين، الأمر الذى أدى به إلى تصحيح بعض النظريات الفلكية القديمة، ثم تدشين نظرية فلكية مبتكرة، وتطوير الآلات الفلكية وتصميم وابتكار أخرى أسست لعلم الفلك الحديث كما سيأتى .

ويتضح مدى إسهام ابن الشاطر في تطور علم الفلك من مؤلفاته الفلكية الرائدة، فقد عُدَّت له المصادر ما يربو على أربعين مؤلفاً فلكياً ورياضياتياً، بعضها فقد لم يصل إلينا، وأهمها ما زال مخطوطاً لنم يحقق، ومنها: أرجوزة في الكواكب، الأشعة اللامعة في العمل بالآلة الجامعة، إيضاح المغيب في العمل بربع المجيب، تحفة السامع في العمل بالربع الجامع، تسهيل المواقيت في العمل بصندوق اليواقيت، تعليق الأرصاد، جدول لأرض شمال في معرفة الغاية ونصف القوس والحديد، رسالة الإسطرلاب، رسالة في العمل بالمربعة، رسالة في العمل بالربع الجامع، رسالة في أصول علم الإسطرلاب، رسالة في العمل بالربع العلاني، رسالة في العمل بربع الشكازية، رسالة في العمل بنقائق اختلاف الآفاق للمرئية، رسالة في الهيئة الحديدية، رسالة في باب السهام، الروضات المزهرات في العمل بربع المقنطرات، الزيج الجديد، كشف المغيب في الحساب بالربع المجيب، كفاية القنوع بالربع المقطوع، مختصر في العمل بالإسطرلاب وربيع المقنطرات وربيع المجيب، النجوم الزاهرة في العمل بالربع المجيب بلا مرى ولا دائرة، نزهة السامع في العمل بالربع الجامع، النفع العام في العمل بالربع التام لمواقيت الإسلام، نهاية السؤال في تصحيح الأصول، نهاية للغايات في الأعمال الفلكيات .

بقيت مؤلفات ابن الشاطر هذه، لاسيما المتخصصة في الإسطرلاب والمزاويل الشمسية ذات شهرة واسعة لقرون عديدة، وصارت مصدراً موثقاً للتوقيت في مختلف الأقطار الإسلامية. ولم يأت هذا من فراغ، فلم يشغل ابن الشاطر بعلم الفلك إلا بعد إتقانه عدة علوم مكملة له، وتمرسه بوضع آلاته وانتكار الجديد منها كما يقول: "وفقني الله للاستغفال في هذا العلم ويسره عليّ

بعد إتقان الحساب والمساحة والهندسة، ووضع الآلات الفلكية وابتكار كثير منها⁽¹⁾، وذلك فيما سيتضح فيما سيأتى .

سادت نظرية بطليموس الفلكية حتى عصر ابن الشاطر . ومؤداهما أن الأرض مركز الكون والأجرام السماوية تدور حولها. وكان علماء الفلك المسلمين قبل ابن الشاطر يشككون فى هذه النظرية لكنهم لم يعدلوا، حتى جاء ابن الشاطر وسجل مشاهداته وأجرى تجاربه التى أثبتت خطأ هذه النظرية على حد قوله⁽²⁾: "إن الأجرام السماوية لا يمرى عليها هذا النظام الذى وضعه بطليموس، فعلى سبيل المثال ذكر أنه إذا كانت الأجرام السماوية تسير من الشرق إلى الغرب، فالشمس إحدى هذه الكواكب تسير، لكن لماذا يتغير طلوعها وغروبها؟ وأشد من ذلك أن هناك كواكب تختفى وتظهر سموها للكواكب المتحيرة، لذا فإن الأرض والكواكب المتحيرة تدور حول الشمس بانتظام، والقمر يدور حول الأرض".

فأثبت ابن الشاطر أن الأرض ليست هى مركز العالم، بل الشمس هى التى تقع فى مركزه، والكواكب تدور حولها، ووضع نظرية حركة الكواكب، وتمكن من تحديد مدارى "عطارد" و "القمر" اللذين حيرّا علماء الفلك طويلاً، ووضع لحركتهما نموذجين مثلاً أول ابتكار غير بطلمي يتحقق فى مسيرة علم الفلك الحديث. وهذا ما أخذه الفلكي البولندي كوبرنيكس (1473 - 1543)

(1) ابن الشاطر، الزيج الجديد، مخطوط المكتبة الظاهرية بدمشق رقم 3095، ورقة 93.

(2) ابن الشاطر، نهاية السؤال فى تصحيح الأصول، مخطوط مكتبة لايدن رقم 1116، ورقة 11 ظ.

ونسبه لنفسه زوراً وبهتاناً، ونادى به فى العصر الحديث واشتهر بالنظام الكوبرنيكى Copernican System بعد ابن الشاطر بقرنين من الزمان .

ابتكر ابن الشاطر وطور العديد من الآلات الفلكية. وتشير "الآلة الجامعة" المحفوظة فى المكتبة الوطنية بباريس إلى أنه بدأ صناعة الآلات الفلكية وهو شاب، حيث يرجع تاريخ هذه الآلة إلى سنة 738هـ / 1337م. وتشير "ساعة ابن الشاطر" المحفوظة بالمكتبة الأحمديّة بحلب إلى إستمراره فى صناعة الآلات الفلكية حتى قبيل وفاته ، حيث يرجع تاريخ هذه الساعة إلى سنة 767هـ / 1965م .

وأشتهر ابن الشاطر بالرصد فى مرصده بالشام، وقدم نماذج فلكية فى الأرياح بعد أن دققها بطريق المشاهدة والتجارب والاستنتاج الغائب. وفى كتابه "العمل بالربع العلانى" يقرر ابن الشاطر أنه يفوق على الربع المشهور لسهولة العمل به وقربه للصحة، وذلك بسبب كون المركز لا يخرج من سطح الربع. وفى مقدمة الكتاب يشرح ابن الشاطر ما احتواه من رسوم حتى يمكن العمل به، ومن رسومه⁽¹⁾: القطب وهو النقبة الذى فيه الخيط، ويسمى الخط الأيمن خط المشرق والمغرب بالنسبة إلى البروج الشمالية وهو خط نصف النهار بالنسبة للبروج الجنوبية. ويسمى الخط الأيسر خط نصف النهار بالنسبة للبروج الشمالية وخط المشرق والمغرب بالنسبة للبروج الجنوبية. وقوس الارتفاع معلوم المدار الأسفل المحيط بأطراف المقنطرات. ومدار الحمل بالنسبة للبروج الشمالية هو مدار الجدى بالنسبة للبروج الجنوبية، والمدار الأعلى منه هو مدار لإعتدالين بالنسبة للجنوبية، وهو مدار السرطان بالنسبة للشمالية.

(1) ابن الشاطر، الربع العلانى، مخطوط مكتبة اكسفورد، رقم 1030، ورقة 92.

وتنقسم المقنطرات فى هذا الربع على أقسام، منها: القسي الأخذة منها من القوس الأيمن إلى الخط المحيط بها، ثم تطوى هذه من الخط المذكور متصلة الأطراف إلى الخط الأيسر، ونهايتها إلى مدار عرض البلد الموضوع له. وبقية هذه المقنطرات من الخط الأيسر إلى القوس للمحيط بالربع، وينتهى بعضها إلى مقاطعة القوس المحيط بها مع الخط الأيسر، ثم تكون بعد ذلك أنصاف دوائر مراكزها على الخط الأيسر، ونهايتها عند نقطة فى أصغرها تسمى سمت الرأس، وجميع هذه المقنطرات مخصوصة بالبروج الشمالية. ومنها مقاطعة لهذه أخذة من المدار الأعلى إلى المدار الأسفل المحيط بها، وبقيتها من الأعلى إلى الخط الأيمن. وأول هذه يقال له الأفق المقاطع للمدار الأعلى مع الخط الأيسر، ومع محدث الأفق أيضاً تنتهى إلى الأيسر، ويقال لها مقنطرات الإنحطاط. وليس فى هذا الربع مقنطرات جنوبية إلا هذه فقط⁽¹⁾.

وهذه المقنطرات المقدم ذكرها فى هذا القسم هي مقنطرات البروج الجنوبية، ثم من أعلى هذا الربع مدار صغير موضوع عليه مقنطرات أخذة منه إلى الخط الأيمن أو الأيسر بحيث الاختيار فى الوضع، وأولها يسمى الأفق، وأعدادها مكتوبة على الخط الموضوع عليه. وهذه تمام المقنطرات للأبعاد الجنوبية، وفانذتها تظهر فى ذلك العمل.

أما المنطقة فقد وضعتها على خلاف ذلك، أى شكل الهلال. وأما قوس العصر فهو قطعتان أحدهما يقوسه مما يلى الخط الأيمن وهو بمصر مختص بالبروج الشمالية. والآخر يقوسه مما يلى الخط الأيسر وهو بمصر مختص بالبروج الجنوبية. وكلاهما بين المدارين المتقدم ذكرهما .

(1) فى الشاطر، الربع العاشر، ورقة 3 ظ.

تلك هى الرسوم أو الأشكال التى احتوتها آلة ابنن الشاطر "الرابع العلانى" فإذا أردت معرفة الميل وغاية الإرتفاع، فما عليك - كما يقول ابنن الشاطر⁽¹⁾: إلا أن تعلم على درجة الشمس بالمرى فى المنطقة، وذلك معلوم، ثم انقل الخيط إلى خط وسط السماء للبروج التى فيها الشمس، فما قطع المرى من عدد المقنطرات فهو الغاية، وما بينه وبين مدار الاعتدال فهو الميل لذلك الجزء. وإذا أردت معرفة سعة المشرق، فضع الخيط على مقاطعة مقنطرة الميل من مدار الاعتدالين، فما قطع الخيط من قوس الإرتفاع فهو سعة المشرق. ولمعرفة الإرتفاع الذى لاسمت له: ضع الخيط الأيمن على أول قوس الإرتفاع، وعلم بالمرى مقاطعة مقنطرة الميل، وانقل الخيط إلى خط نصف النهار الشمالى، فما قطع المرى من أجزائه مبدءاً من المدار الأعظم، فهو المطلوب⁽²⁾.

وفى هذا الكتاب بين ابنن الشاطر أيضاً كيفية معرفة الدائر لكل إرتفاع، ومعرفة إرتفاع العصر والدائر بين الظهر والعصر، ومعرفة السميت لكل إرتفاع، ومعرفة كم سميت القبلة فى مكة، والطريق فيه أن⁽³⁾: تضع الخيط على خط نصف النهار الشمالية، ثم ابعد عن المحيط من أجزاء مسطرة الأبعاد بقدر عرض مكة وعلم بالمرى، ثم انقل الخيط حتى يكون بينه وبين خط نصف النهار الشمالية بقدر فضل ما بين الطولين من أجزاء القوس، وانظر ما ولفق المرى من مقنطرات البروج الشمالية، فما كان يسمى إرتفاع سميت

(1) المصدر نفسه، ورقة 5 وجه.

(2) المصدر نفسه، ورقة 7 ظ.

(3) المصدر نفسه، مواضع مختلفة.

رؤوس مكة على أفق بلدنا، فاحفظه واستخرج له السميت، وطريقته: أن تضع الخيط على خط نصف نهار الشمالية، وابتعد عن المحيط من مسطرة الأبعاد بقدر الارتفاع الذى استخرجت واحفظه وعلم بالمرى عند نهايته ثم حرك الخيط حتى تضع المرى على مقنطرة بقدر عرض مكة، فما قطع الخيط من أول قوس الارتفاع فهو سمت مكة .

ولمعرفة استخراج الجهات والقبلة، فاستخرج سمت الوقت واعرف جهته، فإن كان جنوبياً شرقياً أو شمالياً غربياً، فضع الخيط على مثله من أول قوس الارتفاع. وإن كان شمالياً شرقياً أو جنوبياً غربياً فضع الخيط على مثله من آخر قوس الارتفاع، ثم ثبت الخيط على ذلك ، وضع الربع على أرض مستوية وعلق فى يديك خيطا فيه شاقولا، وحرك الربع يمنا ويسرة حتى يستر ظل الخيط المعلق والخيط الذى على السميت فحينئذ يكون أحد خطبى الربع الذى ابتدأت منه بالسميت هو خط المشرق والمغرب ، ويكون الآخر خط نصف النهار ، وإن يخفى عليك تعيين الجهات الأربع لأن العامل بهذا الربع ينبغى أن يكون له اشتغال ، فإذا تعينت الجهات الأربع، فاخرج من الربع الذى فيه القبلة بسميت القبلة يحصل المطلوب .

ومن استخراج الجهات وتحديد القبلة أراد ابن الشاطر وضع آلة تختص بتحديد المواقيت وخاصة الشرعية فى الإسلام، وقد فعل وابتكر آلة تحديد الأوقات الشرعية الإسلامية، وصنف لها كتابا خلاصا أسماه "الربع التام لمواقيت الإسلام" قال فيه⁽¹⁾: "لقد أمنت النظر فى الآلات الفلكية الموصلة إلى

(1) ابن الشاطر، الربع التام لمواقيت الإسلام، مخطوط مكتبة الكفورد رقم 1.932، ورقة

معرفة الأوقات الشرعية ومنها الإسطرلابات والشكازية والزرقالة والأرباع المقنطرة والمجبية . وودت صنع آلة تخرج بها جميع الأعمال بسهولة ووضوح يستغنى برسمها عن المرى، واستتبقت هذه الآلة وسميتها الربع التام لمواقيت الإسلام".

يتبين مما سبق أن ابن الشاطر قد ساهم مع غيره من علماء الفلك المسلمين فى إعادة صياغة هيئة بطليموس الفلكية، والتي مهدت لنظريات فلكية جديدة أسست لعلم الفلك الحديث. إلا أن ابن الشاطر قد انتهج نهجا خاصا تميز به عن الفلكيين المسلمين، ولذا يعد الرائد والمقدم الأول دون إحصاف تبعا للألمانى بيتر شمالتسل .

فلقد اكتشف ابن الشاطر وأثبت أن حركة الكواكب تتخذ شكلا اهليجيا، بمعنى أنها تتحرك فى مدارات شبه دائرية. ولقد أكدت النظريات الفلكية الحديثة ما أثبتته ابن الشاطر، وخاصة قانون كبلر الفلكى الأول .

ورأى ابن الشاطر أن الأجسام تستمر على حالتها من السكون أو الحركة وفى استقامة ما لم يؤثر عليها مؤثر. وهذا الرأى أخذ نيوطن الإنجليزى وصاغه فى صورة قانونه الفيزيائى الأول القائل. " كل جسم يستمر فى حالته من السكون أو الحركة المنتظمة فى خط مستقيم مالم يؤثر عليه مؤثر خارجى " .

وفى المدخل إلى تاريخ العلم يقرر جورج سارتون أن ابن الشاطر درس حركة الأجرام السماوية بكل دقة وعناية، فأثبت أن زوايا انحراف البروج تسوى 23 درجة و 31 دقيقة، وذلك فى سنة 1315م (القرن الثامن

الهجرى) مع العلم أن القيمة الصحيحة التي اهتمى إليها علماء القرن العشرين بواسطة الحاسب الأليكترونى هى 23 درجة، و 31 دقيقة، 19.8 ثانية .

وأكد ديفيد كينج أن كوبرنيكس أخذ كثيراً من النظريات الفلكية المنسوبة إليه من ابن الشاطر، إذ قال فى " قاموس الشخصيات العلمية " الصادر سنة 1950: أثبت الكثير من النظريات الفلكية المنسوبة لنيكولاس كوبرنيكس، والتي أخذها من العالم المعلم ابن الشاطر . واتضح بعد ذلك بالكشف الدقيق العثور على مخطوطة عربية لابن الشاطر سنة 1973 فى مسقط رأس كوبرنيكس ببولندا، اتضح منها أن كوبرنيكس كان يستسخ مخطوطات ابن الشاطر وينسبها إلى نفسه .

نتائج الدراسة

سجلت في بعض صفحات هذا الكتاب بعض الإستنتاجات والنتائج التي لم يتحتم تأجيلها. وبعد أن استعرضت كل جوانب الموضوع - من وجهة نظري - على الآن أن استخلص للنتائج من خلال الإجابة على التساؤل الرئيس الذي طرحته في مقدمته ، ويمكن الوقوف على ذلك من خلال النتائج التي أطرحتها فيما يلي :

أوضحت الدراسة كيف اهتم المسلمون بالفلك كعلم ينظر في حركات الكواكب الثابتة والمتحركة والمتحيرة ويستدل من تلك الحركات على أشكال وأوضاع الأفلاك التي لزمت عنها هذه الحركات المحسوبة بطرق هندسية، وبنى علماء الفلك المراصد الفلكية ، ووصعوا آلات الرصد ، وألفوا الأزياج الجديدة ، وهي عبارة عن جداول حسابية تبين مواقع النجوم وحركاتها ، وكانت آلات الرصد تصنع في العصر العباسي بمدينة حران، ثم انتشرت صناعتها في جميع أنحاء الخلافة العباسية منذ زمن المأمون ، وأهمها : اللبنة، والحلقة الاعتدالية ، وذات الأوتار والأسطرلاب . وعكف علماء الفلك في المراصد على الدراسة والرصد والتأليف ، فجاءوا بآراء ونظريات أصيلة عبرت بحق عن روح الإسلام وحضارته وأفادت منها الإنسانية جمعاء .

فالفزاري استطاع أن يصنع أول أسطرلاب في الإسلام وألف فيه كتابين مهمين هما: كتاب العمل بالإسطرلاب ذات الحلق السماوية ، وكتاب العمل بالإسطرلاب المسطح ، إلى جانب مؤلفات أخرى مثل كتاب المقياس للزوال وكتاب الزيج ، ووضع جداول فلكية على سنين المسلمين . وبيّنت الدراسة كيف عمل أفراد جماعة بنى موسى بن شاكر مجتمعين على وضع - أزياج (جداول) الفلك " المجربة " أو " المأمونية " كما سموها . ومع مرور

الوقت في الانشغال بالعمل العلمي النظري والتطبيقي تطورت أساليب بنى موسى العلمية إلى الدرجة التي مكنتهم من القيام بأول وأهم وأخطر عمل علمي حماعي بالنسبة لهم ولا تقل أهميته بالنسبة لتاريخ العلم العربي الإسلامي والعالمي على وجه العموم ، ألا وهو قياس محيط الأرض . وكان المأمون قد سألهم القيام بهذه المهمة العلمية الشاقة لما رآه في علوم الأوائل من أن دورة كرة الأرض أربعة وعشرين ألف ميل، فأراد أن يقف على حقيقة ذلك. ورأس محمد بن موسى الجماعة العلمية التي تصدرت لذلك الغرض، والتي ضمت إلى جانب أخويه أحمد والحسن مجموعة من الفلكيين والمساحين. وقد اختارت الجماعة مكانين منبسطين أحدهما صحراء سنجار، غربي الموصل، والآخر أرض مماثلة بالكوفة. وقد اقتضت طريقة الجماعة أن ينطلق فريقان من جهة ما، فيذهب فريق إلى ناحية الشمال، وآخر إلى الجنوب، بحيث يرى الأول منهما صعود "التيس الفنى"، والثاني هبوطه. ثم تحسب درجة خط الطول (Merdian) بواسطة قياس المسافة بين الفريقين المراقبين، وكانت النتيجة دقيقة للغاية، فقد توصلت الجماعة فعلاً إلى أن محيط الأرض يساوى 66 ميلاً عربياً، وهذا ما يعادل 47.356 كيلومتراً لمدار الأرض. وهذه النتيجة قريبة من الحقيقة إذ مدار الأرض الفعلى يعادل 40.000 كيلو متر تقريباً .

أوضحت الدراسة أن هذا العمل فضلاً عن كونه من الأعمال العلمية الجماعية المهمة التي قامت بها جماعة بنى موسى شاكر ، فإنه أول قياس حقيقى للأرض عرفه العالم ، لأن طريقة بنى موسى قد اختلفت عن طريقة إيراثومستيناس اليوناني الذي اعتبر أول من حاول قياس محيط الأرض عن طريق زاوية أشعة الشمس، ويبدو أن مهمة قياس محيط الأرض التي فرغت

منها الجماعة بنجاح، كانت حافزاً على بناء مرصد خاص بأعضائها بقرب
 جسر الفرات عند باب التاج، حيث المئذنة الملونة إلى أعلى، والتي تم تثبيت
 آلات للرصد فوقها. وفيه قام أعضاء الجماعة بأجراء قياسات فلكية دقيقة مثل
 استخراجهم حساب العرض الأكبر من عرض العمر، فاقت قياسات بطميوس،
 وخالد بن عبد الملك المروزي، فلكي قصر الخليفة، كما نالت هذه الأرصاد
 تقدير واهتمام الفلكيين اللاحقين لبنى موسى، فبعد مرور حوالي قرن ونصف
 من الزمان، نرى البيروني يصرح بأهمية أرصاد جماعة بنى موسى. بن
 شاكر، وفضلها عليه .

وبينت الدراسة كيف عكف الفرغاني في مرصد الشماسية على دراسة
 علم تسطيح الكرة عن قرب، فجاء بأراء ونظريات أصيلة، واستطاع تطوير
 المزولة، ووضع عدة تطويرات للإسطرلاب الذي استخدمه في قياس
 المسافات بين الكواكب وإيجاد القيمة العددية لحجومها، فحدد أقطار بعض
 الكواكب مقارنة بقطر الأرض، وصرح بأن حجم القمر يساوي $1/39$ كم من
 حجم الأرض، وحجم الشمس يساوي 166 ضعفا للأرض، وحجم المريخ
 يساوي $15/8$ من حجم الأرض، وحجم المشتري يساوي 95 ضعفا للأرض،
 وحجم زحل يساوي 90 ضعفا للأرض، وقيمت قياسات الفرغاني هذه
 مستخدمة في جميع أنحاء العالم حتى القرن التاسع الهجري، الخامس
 عشر الميلادي، فاعتمد علماء العرب والمسلمين اللاحقين وعلماء الغرب
 المحدثين في علم الفلك على نتائج الفرغاني تلك التي ضمنها كتبه التي
 أوضحت للدراسة أن أهمها كتاب في جوامع علم النجوم وأصول الحركات
 السماوية الذي يعد أقدم كتاب عربي وصل إلينا كاملاً في عرض النظام
 البطلمي، عرض فيه الفرغاني كيفية ظهور الكون حسب نتائج بطلميوس، إلا

أنه لم يسلم بكل آراء بطليموس، بل وقف بالنقد على بعض مسائله، وصحح أخرى اعتماداً على تجاربه، ومنها تصحيح ميل فلك البروج من 5i.23 درجة إلى 33.23 درجة، وأكد تبعية أوجى الشمس والقمر لحركة مبادرة الإعتدالين للنجوم الثابتة. وقد وقفت الدراسة على مدى تأثير كتاب الفرغاني هذا فى علماء الفلك اللاحقين له، وكيف امتد هذا التأثير إلى الغرب على أثر ترجمته إلى اللغة اللاتينية سنة 1134 بمعرفة يحيى الأسباني، وبعد نصف قرن من ظهور هذه الترجمة قدم جيرار الكريمنى ترجمة لاتينية أخرى، تلتها ترجمة عبرية قام بها يعقوب الأنطولى، واعتمدها كريستمان بعد فترة من صدورهما مع غيرها من الترجمات اللاتينية فى إصدار ترجمة لاتينية جديدة كانت لها أهمية كبيرة فى تطور علم الفلك عند الغربيين وليس أدل على ذلك من الإقتباسات الكثيرة التى لقتبسها العالم الفلكى الفرنسى بيير دويم من الفرغاني ودونها فى كتابه "نظام العالم" وخاصة المجلدين الثالث والرابع.

وأوضحت الدراسة كيف تناول البتاني مسألة اتفاق كوكبين فى خط الطول أو خط العرض الساموى سواء كان الكوكبان أحدهما أو كلاهما فى دائرة فلك البروج أو خارجها. وقد ضمن تلك المسألة الفلكية المهمة فى رسالتيه: "فى مقدار الاتصالات" و "فى تحقيق أقدار الاتصالات"، وبحث البتاني الفرق بين حركات الكواكب فى مساراتها ثابتة المقدار، وبين حركاتها الحقيقية التى تختلف من موضع إلى آخر، وسطر هذا فى مؤلفه "كتاب تعديل الكواكب". كما قدم البتاني حلاً رياضياتياً للمسألة التجميعية لاتجاه الراصد، ودونه فى تصنيفه "كتاب معرفة مطالع البروج فيما بين أرباع الفلك". وبيّنت الدراسة أن "الزيج الصابئ" يأتى على قمة مؤلفات البتاني من حيث الأهمية، ضمنته أرصاده للكواكب الثابتة أو النجوم لسنة 299 هـ، وخلاصة أعماله

الفلكية التي قام بها على مدار ما يربو على أربعين سنة، فضمنَ زيجته أهم أرصاده الفلكية التي صححت حركات القمر والكواكب، ووضع جداول فلكية وافية تتعلق بحركات الأجرام التي اكتشفها، ولكل هذا وصف الغربيون زيغ البتاني بأنه أصح الأزياج، وكان لهذا الكتاب أثر عظيم سواء في علم الفلك أو حساب المثلثات الكرى خلال العصور الإسلامية (الوسطى) وعصر النهضة الأوروبية، فقد تُرجم إلى اللاتينية مرات كثيرة منذ القرن الثاني عشر وحتى القرن التاسع عشر، الأمر الذي جعل الغربيون يعدون البتاني أحد علماء الفلك الأفاضل على مرّ العصور. ومن هذا الكتاب وغيره من مؤلفات البتاني عرف العالم أن البتاني هو أول من اكتشف السمات Azimuth والنظير Nadir وحدد نقطتيهما من السماء، كما حدد طول السنة المدارية والفصول والفلك (المدار) الحقيقي والمتوسط للشمس، وقام بتحقيق مواقع كثير من النجوم وتصحيح أرصاد القدماء فيها، إما لارتكابهم خطأ في إجراء هذه الأرصاد، أو لأن مواقع النجوم نفسها قد تغيرت بالنسبة إلى الأرض. فقد صحح تقدير بطلميوس لحركة المبادرة الإعتدالية، وضبطه بدقة، وخالف بطلميوس في ثبات الأوج الشمسي، وبرهن على تبعيته لحركة المبادرة الاعتدالية، كما صحح قيمة ميل فلك البروج على فلك معدل النهار، وجملة أخرى من حركات القمر والكواكب السيارة. وأوضحت الدراسة أن للبتاني أرصاداً جلييلة للخصوف والكسوف اعتمد عليها دنثورن سنة 1749 في تحديده لتسارع القمر في حركته خلال قرن من الزمان. فلقد حدد البتاني ميل دائرة فلك النجوم أو الدائرة الكسوفية بمقدار 23 درجة و 35 دقيقة، وبعد حوالي ألف سنة قام نظيره لالاند الفلكي الفرنسي الكبير (ت 1807) بحساب ذلك الميل فوجد مقداره 23 درجة و 35 دقيقة و 41 ثانية، أي بزيادة هذا الفرق من الثواني

لأنه أضاف إلى تقدير البتاني 44 ثانية للإنكسار، ثم طرح منها 3 ثوانٍ للاختلاف الأفقى، ولهذا عد لالاند البتاني من الفلكيين العشرين المبرزين الذين أنجبتهم الإنسانية منذ خلقها الله وحتى الآن .

ووقفت الدراسة على مكانة أبى الحسين عبد الرحمن الصوفى الفلكية من حيث إنه يعد أحد علماء الفلك المسلمين الأفاضل قدم من الإنجازات الفلكية ما أفادت العلم الحديث ، ودون هذه الإنجازات فى مؤلفاته الفلكية ، ومنها كتاب صور الكواكب الثمانية والأربعين الذى يعد أشهر مؤلفات الصوفى ، راجع فيه النجوم الواردة فى كتاب المجسطى لبطلميوس بمنتهى الدقة ، الأمر الذى جعل شيليرب الدنماركى الذى ترجم الكتاب يمتدحه بالقول بأن الصوفى قد أعطانا وصفا عن السماء المرصعة بالنجوم بصورة أحسن مما توفر من قبل ، وقد بقى هذا الوصف لتستغنى قرون دون أن يوجد له نظير . وبيّنت الدراسة كيف يأتى " كتاب الكواكب الثابتة " للصوفى على قمة مؤلفاته من حيث الأهمية والعظمة ، حيث عدّه سارتون أحد الكتب الثلاثة الرئيسة فى علم الفلك عند المسلمين . والكتابان الآخران هما زيج ابن يونس ، وزيج أولغ بك . ولعل أهم ما يميز كتاب الكواكب الثابتة للصوفى رسومه الملونة للأبراج والنجوم السماوية تلك التى مثلها على هيئة بشرية وحيوانية . وأوضحنا الدراسة كيف وقف المشتغلون بالفلك من الجانب الغربى على ما أنجزه الصوفى ، بعد أن ترجموا مؤلفاته وحققوها ونشروها، فوجدوا أنه رصد آلاف النجوم وعدّها وجدد أبعادها طولا وعرضا فى السماء ، ودرجة شعاع كل منها، وقدر أحجامها ، كما قدر مبادرة الاعتدالين ، وقرر بعد أرصاده ومشاهداته أن عدد النجوم الخفية أكثر بكثير من العدد الذى يحسبه الفلكيون وهو 1025، فاكتشف الصوفى نجوما لم يسبقه أحد إلى اكتشافها ، ورسم

خريطة للسماء بيّن فيها كل هذه المواضع، كما وضع جدولاً للنجوم صحح بمقتضاه أخطاء من سبقوه . ولم يقتصر هذا الفلكى العظيم ، على رأى الدوميلي ، على تعيين كثير من الكواكب التى لا توجد عند بطلميوس ، بل صحح أيضاً كثيراً من الملاحظات التى أخطأ فيها ، ويمكن بذلك المحدثين من التعرف على الكواكب التى حدد فيها الفلكى اليونانى مراكز غير دقيقة ، ولذا اعتبر علماء الفلك الغربيين أن الصوفى يمثل نقطة تحول من عصر بطلميوس إلى عصره ، ثم إلى العصر الحاضر ، واعتبروا أن كتابه فى الكواكب الثابتة أصبح من كتاب بطلميوس ، وزيجه أصبح زيج وصل إلينا من كتب القدماء ، كما عدوا الصوفى أول من اكتشف ما يُعرف الآن باسم " سديم مسيبة " وهى سحابة من المادة الكونية. وعلى مؤلفاته اعتمد الفلكيون المحدثون فى حساب التغيير فى ضوء بعض النجوم .

أما ابن يونس المصرى فقد أوضحت الدراسة كيف حظى بمكانة كبيرة لدى الخلفاء الفاطميين الذين قدروا نبوغه وتفوقه وشجعوه على متابعة وإتمام بحوثه فى علم الفلك والرياضيات إلى الدرجة التى معها بنوا له مرصداً على جبل المقطم قرب مدينة القسطنطينية (القاهرة) زوده بما يلزم من أحدث الآلات والأدوات المعروفة عصرئذ . وبناءً على طلب العزيز الفاطمى أبو الحاكم ، ألف ابن يونس " الزيج الكبير الحاكمى " دون فيه الهدف من وراء تأليفه ووضعه وهو التحقق من أرصاد السابقين له ونظرياتهم فى الثوابت الفلكية لاستدراك ما فاتهم ، ففيه سجل ابن يونس رصده لكسوف الشمس وخسوف القمر فى القاهرة سنة 369هـ/978م بعد أن راقبه لمدة سنتين ، وأثبت من هذا الرصد تزايد حركة القمر ، واستطاع حساب ميل دائرة البروج ، وحساب العجلة القريبة فى الحركة المتوسطة للقمر ، ذلك الذى جاء أدق حساب

وأقربه حتى ظهور آلات الرصد الحديثة . وقد قام زيج ابن يونس مقام المجسطى ، والمؤلفات التى ألفها علماء بغداد على حد قول سيدو ، وأفاد ابن يونس بزيجه فائدة قيمة بحسب سوتر ، وبحسب علماء الغرب ترجم كوسان ونشر بعض أجزاء الزيج التى تحتوى على أرصاد ابن يونس عن الكسوف والخسوف واقتران الكواكب ، فضلاً عن أرصاد الفلكيين القدماء ، الأمر الذى حدا بمؤرخ العلم الشهير جورج سارتون إلى التقرير بأن ابن يونس ربما كان أعظم فلكى مسلم وبشكل زيجه مع زيج عبد الرحمن الصوفى وزيج الغ بك الكتب الرئيسة الثلاثة التى اشتهرت فى علم الفلك عند المسلمين . وبيّنت الدراسة كيف ظل ابن يونس يستعمل من سنة 369 الى سنة 398هـ / 979م أظلالاً أى خطوطاً مماسة وأظلال تمام حسب بها الجداول الستينية التى وضعها ، واستعمل المسقط العمودى للكرة السماوية على كل من المستوى الأفقى ومستوى الزوال لحل مسائل وأعمال صعبة فى المثلثات الكروية . وأوجد القيمة التقريبية لجيب (أ) ، واخترع حساب الأقواس لتزيح من كثرة استخراج الجذور للمربعة وتسهيل قوانين التقويم . وعُد ابن يونس أول من وضع قانوناً فى حساب المثلثات الكروية يمكن به تحويل عمليات الضرب إلى عمليات جمع، فكان له أهمية كبرى عند علماء الفلك قبل اعتماد اللوغاريتمات، إذ حل كثير من المسائل الطويلة المعقدة .

وأثناء بحث الدراسة فى البيرونى ، بيّنت كيف قال بكروية الأرض كما قال من سبقه من علماء اليونان كفيثاغورث الذى قَمَّ بعض الأدلة على كرويتها ، إلا أنها كانت محل نقد وخاصة من مواطنه أرسطو . وأما أدلة البيرونى فجاءت علمية منطقية تشير إلى صعوبة إثبات عكسها من ناحية ، وتشير إلى عبقرية البيرونى من ناحية أخرى. أما دوران الأرض فقد نادى

بظلمبيوس فى العصر اليونانى بدوران الشمس حول الأرض ، وظل هذا الرأى سائداً لقرون طويلة إلى أن جاء البيرونى وأثبت عكسه ، وهو أن الأرض تدور أمام الشمس حول محورها ، وهو الرأى الذى نادى به كوبر نيكوس فى العصر الحديث مدعياً أنه أول من اكتشفه ، مع أن البيرونى قد نادى به وأثبتته قبله بمئات السنين ، حيث رأى البيرونى أن الأرض تدور حول محورها ، ودليل ذلك تعاقب الليل والنهار ، وينتج اختلاف الأوقات من مكان إلى آخر على الأرض نتيجة استدارتها . ولو لم تكن الأرض مستديرة وتدور أمام الشمس حول محورها ، لما اختلف الليل والنهار فى الشتاء والصيف . وإذا كان الليل والنهار يتعاقبان نتيجة دوران الأرض أمام الشمس حول محورها . فإن تعاقب الفصول الأربعة : الصيف والخريف والشتاء والربيع يتعاقبوا نتيجة دوران الأرض حول الشمس دورة كاملة كل سنة . واستدل البيرونى على دوران الأرض حول الشمس من التساوى بين الليل والنهار مرتين فى السنة ، مرة فى الخريف ، وأخرى فى الربيع . ويختلف طول الليل والنهار فى الشتاء والصيف فالنهار ينتهى فى طوله عند تنأى قرب الشمس من القطب الشمالى ، وينتهى فى قصره عند تنأى بعدها عنه . ويساوى ليل الصيف الأقصر نهار الشتاء الأقصر ، وهذا يؤكد قوله تعالى : " يولج الليل فى النهار ويولج النهار فى الليل " أى يطول الليل ويأخذه من النهار ، ويطول النهار ويأخذه من الليل ، فيدخل طائفة من الليل فى النهار ، فيقصر الليل ، ويطول النهار ، ويدخل طائفة من النهار فى الليل ، فيقصر النهار ويطول الليل . ووجدت الدراسة أن العلم الحديث يؤكد على ما قال به وأثبتته البيرونى ، فالأرض تدور مثل بقية الكواكب الأخرى حول الشمس فى مدار اهليلجى مرة واحدة فى السنة مستغرقة 365.25 يوماً تقريباً ، فينتج عن هذا الدوران

الفصول الأربعة . وتكون الأرض حول محورها أمام الشمس مرة واحدة في اليوم ، فينتج الليل والنهار .

ووجدت الدراسة أن من أهم منجزات البيروني الفلكية أنه يعد من أوائل العلماء الذين استطاعوا تحديد مقدار زاوية المحور أو الميل الأعظم Obliquity of the ecliptic الذي جعله البيروني لتحديد المنقلبين للصيفي والشتوي والاعتدالين الربيعي والخريفي، فهو من أهم علاقات الترابط بين الشمس والأرض . وتوصل البيروني بتجاربه ومشاهداته والآلة التي ابتكرها لهذا القياس إلى أن مقدار زاوية المحور أو زاوية تقاطع معدل النهار تساوي 23.5 ، وهي نفس الدرجة التي أكدها العلم الحديث . كما بينت الدراسة كيف يُعد البيروني أول عالم يبحث في الجاذبية الأرضية ويكتشفها، ويدلل على ذلك بأن الجسم يسقط إلى الأرض تبعاً لحجمه ومسافة أو قوة السقوط ، وهذا صادر عن قوانين صحيحة تجعل الأشياء الثقيلة تقع إلى الأرض، وذلك لما في طبيعتها من إمساك الأشياء وحفظها . وليس للأرض عند البيروني قوة جاذبية واحدة في جميع أرجائها ، بل تختلف عند خط الاستواء عما عداه من أرجاء الأرض ، فلو أنزلنا حجراً على خط الاستواء لنزل مع المحور بزاوية قائمة ، وليس ذلك بمشاهد إلا في خط الاستواء، وأما في سائر البلاد فإنه يحيط مع المحور بزاوية حادة ، ويرجع هذا إلى أن قطر الأرض الواصل بين قطبيها أقصر من قطرها عند خط الاستواء . ومن هنا انتهت الدراسة إلى أن البيروني هو أول من اكتشف جاذبية الأرض وأثبتها ، وليس نيوتن الإنجليزي، وأن هذه الجاذبية تبعاً للبيروني تختلف عند خط الاستواء عن قطبيها الشمالي والجنوبي .

كذلك لم يكن الفلكي لابلاس الفرنسي ونيوتن الإنجليزي هما أول من شرحا وبيناً ظاهرة المد والجزر، بل سبقهما إلى ذلك البيرونى حيث رأى وأثبت أن لتأثيرات القمر في البحار والרטوبات حالات دائرية في أرباع الشهر واليوم بليته، فمن دوران القمر حول الأرض دورة كاملة كل شهر ويتأثير أشكاله المختلفة من بدر وهلال وتربعين أول وثان، وفي أوقاتهم، يحدث المد، كما يحدث مرتين في اليوم صباحاً ومساءً في مكان نتیجته دورة القمر الظاهرية. ويحدث الجزر مرتين إحداهما بعد الظهرية والأخرى بعد منتصف الليل. واستطاع البيرونى قياس ارتفاع الماء في البحار أثناء المد والذي يغشى الشط، والجزر يغشى أكثر أماكن البحر الأخرى، وقدره بحوالى واحد وستين ذراعاً. وإذا علمنا أن مقدار النزاع على أيام البيرونى يساوى أربعين سنتيمتراً، فإن ارتفاع الماء أثناء المد يبلغ حوالى أربعة وعشرين متراً، وهذا قريب جداً من القياس الحديث. وافتتحت الدراسة فى البيرونى بأحد المسائل الفلكية المهمة التى شغلت الفلكيين قبله وبعده، وهى مسألة قياس محيط الأرض، وأوضحت الدراسة كيف اطلع البيرونى على قياس سابقه، وبعد أن تعرض بالنقد لبعضه، سجل طريقته فى قياس محيط الأرض، والذي أخرجه مقرباً إلى حد كبير مما يأخذ به العلم الحديث، بل ووضع قاعدة لقياس محيط الأرض تُعرف حتى الآن بقاعدة البيرونى.

وبختام الدراسة موضوعاتها بابن الشاطر، بينت كيف سادت نظرية بطليموس الفلكية حتى عصر ابن الشاطر ومؤداها أن الأرض مركز الكون والأجرام تدور حولها.

وكان علماء الفلك المسلمين قبل ابن الشاطر يشككون فى هذه النظرية لكنهم لم يعدلوها، حتى جاء ابن الشاطر وسجل مشاهداته وأجرى تجاربه التى

أثبتت خطأ هذه النظرية، وأثبت ابن الشاطر أن الأرض ليست هي مركز العالم، بل الشمس هي التي تقع في مركزه، والكواكب تدور حولها، ووضع نظرية حركة الكواكب، وتمكن من تحديد مدارى عطارد والقمر الذين حيرت علماء الفلك طويلاً، ووضع لحركتهما نموذجين مثلاً أول ابتكار غير بطلمي يتحقق في مسيرة علم الفلك الحديث، وهذا ما أخذه الفلكي البولندي كوبرنيكس (ت 1543) ونسبه لنفسه زوراً وبهتاناً، ونادى به في العصر الحديث، وأشتهر بالنظام الكوبرنيكي بعد ابن الشاطر بقرنين من الزمان.

وبعد أن أوضحت للدراسة كيف ابتكر ابن الشاطر وطور العديد من الآلات الفلكية، انتهت إلى أنه ساهم مع غيره من علماء الفلك المسلمين في إعادة صياغة هيئة بطليموس الفلكية، والتي مهدت لنظريات فلكية جديدة أسست لعلم الفلك الحديث. إلا أن ابن الشاطر قد انتهج نهجاً خاصاً به تميز به عن الفلكيين المسلمين، ولذا يُعد الرائد والمقدم الأول دون إجحاف تبعاً للألماني بيتر شمالتسل: فلقد اكتشف ابن الشاطر وأثبت أن حركة الكواكب تتخذ شكلاً إهليجياً، أي تتحرك في مدارات شبه دائرية، وقد أكدت النظريات الفلكية الحديثة ما أثبتّه ابن الشاطر وخاصة قانون كبلر الفلكي الأول. ورأى ابن الشاطر أن الأجسام تستمر على حالتها من السكون أو الحركة وفي استقامة مالم يؤثر عليها مؤثر. وهذا الرأي أخذه نيوتن الإنجليزى وصاغه في صورة قانونه الفيزيائي الأول. ووقفت الدراسة على تقرير جورج سارتون القائل بأن ابن الشاطر درس حركة الأجرام السماوية بكل دقة وعناية، فاثبت أن زاوية انحراف البروج تساوي 23 درجة و 31 دقيقة، مع العلم أن القيمة الحديثة التي انتهى إليها علماء القرن العشرين بواسطة الحاسب الأليكتروني هي 23 درجة و 31 دقيقة و 19.8 ثانية. وأكد ديفيد كينج أن كوبرنيكس أخذ كثيراً من

النظريات الفلكية المنسوبة إليه من ابن الشاطر حيث قال: أثبت الكثير من النظريات الفلكية المنسوبة لنيكولاس كوبرنيكس، والتي أخذها من العالم المبلّم ابن الشاطر.

يتبين من كل ما سبق أن العمل العلمى الذى قُدم فى هذا الكتاب يوضح مدى حجم إسهام علماء الفلك المسلمين فى تطور هذا العلم المهم منذ العصور الإسلامية (الوسطى) وحتى العصر الحديث. فما قدموه من ابتكارات واكتشافات فلكية، وما دشّنوه من نظريات جديدة، أدت إلى تأسيس وقيام علم الفلك الحديث.

وتلك هى النتيجة النهائية التى تنتهى إليها هذه الدراسة.

والله أعلى وأعلم.

ملحق

مُعْجَمُ بِأَسْمَاءِ النُّجُومِ الْعَرَبِيَّةِ الْأَصِيلَةِ

Acher nahr	آخر النهار
Enif	الأنف
Ether	الأثير
Ased	الأسد
Izar	الأزار
Iclil	الإكليل
Ibrat almirfak	إبرة المرفق
Arnab	الأرنب
Betelgeuse	بيت الجوزاء
Bald	البيض
Botein	البطين
Kiladah	القلاة
Algebar	الجبار
Algenib	الجنب
Algeiba	الجبهة
Ghamus	الجاموس
Janah alghurab	جناح الغراب
Homel	الحمل
Alcor	الخوار
Aldebaran	الدبران
Aldalow Alsok	الدلو الساقى
Dub alasgar	الدب الأصغر

Dub alacbar	الدب الأكبر
Dabih	ذابيح
Alderamin	الذراع اليمنى
Deneb	الذنب
Deneb Kaitos	ذنب قيطس
Ras alhague	رأس الحواء
Ras alasad	رأس الأسد
Ras toban	رأس الثعبان
Ras alghul	رأس الجاني
Ras alhamal	رأس الحمل
Ras aljauze	رأس الجوزاء
Ras Elrakis	رأس الرافض
Elrischa	الرشاء
Ruba	الربع
Rucba	الركبة
Rumh	الرمح
Aldhibain	الذئبان
Alzuba	الزبرة
Ziyj	الزيج
Zaurak	الزروق
Alsafinna	السفينة
Azulafa	السحفاة

Saak	الساق
Sabik	السابق
Sunbulah	السنبلة
Suhoil alfard	سهيل الفرد
Suha	السهى
Alchiba	الشبا
Sharaton	الشرطان
Alshamarish	الشماريخ
Shauka	الشوكة
Shaula	الشولة
Sadr	صدر الدجاجة
Salib alwaki	الصليب الواقع
Diphda	الضفدع الثقى
Altair	الطائر
Tarik	الطارق
Altarf	الطرف
Atik	عائق الثريا
Adhafera	العدارى
Arsh	عرش
Arkab	عرقوب الرامى
Alokab	العقاب
Alanak	العناق

Alanak alard	عناق الأرض
Ain	العين
Algorabe	الغراب
Algol	الغول
Fakhdh	الفخذ
Alphard	الفرد
Alfaras	الفرس
Faras Alawwal	الفرس الأول
Alphirk	الفرق
Alphecca	الفكة
Fum alassad	فم الأسد
Fum alhut	فم الحوت
Fum alsamakah	فم السمكة
Fum alfaras	فم الفرس
Fahd	الفهد
Alkaid	الثقاة
Alkaphrah	القفرة
Qalb alaqrab	قلب العقرب
Centauris	قنطورس - الظلمان
Cetus	قيطس - سبع البحر
Cepheus	قيفاوس
Alkes	الكأس

Kabed – Ased	كبد الأسد
Caph	كف السريا – سنام الناقة
Kiffatan	الكفتان – الميزان
Kiffa	الكفة
Chileb	كلب الراعى
Alkalurops	عصب الراعى – القرطبوس
Mizar	المنزر
Mebsuta	المبسوطة – نراع الأسد
Almijmarah	المجرة – المذبح
Mirzam	المزرم
Mirfak	المرفق
Misam	المعصم
Mekbuda	المقبوضة
Manzil	منزل القمر
Mintaka	المنطقة
Almenkeb	منكب القوس
Elnath	الناطح
Alnasr altair	النسر الطائر
Nadir	النظير
Nahr	النهر
Halo	الهالة
Alhena	الهنة – الميسان

أهم المصادر والمراجع

- ابن أبى أصيبعة : عيون الأتباء فى طبقات الأطباء، طبعة دار
الحياة، بيروت، بدون تاريخ.
- ابن الشاطر : الريح اللتام لمواقيت الإسلام، مخطوط مكتبة
اكسفورد رقم 1. 932.
- : الريح العللى، مخطوط مكتبة اكسفورد رقم 1
1030.
- : الزيج الجديد، مخطوط المكتبة الظاهرية بدمشق
رقم 3095.
- : نهاية السؤال فى تصحيح الأصول، مخطوط
مكتبة لايدن رقم 1116.
- ابن النديم : للفهرست، طبعة للقاهرة القديمة 1948.
- البيتانى : زيج الصابى، نشرة كارلو نيلينو، روما 1907.
- بنو موسى بن شاكر : للدرجات المعروفة، مخطوط معهد المخطوطات
العربية رقم 60 فلك.
- : كتاب معرفة مساحة الأشكال، تحرير نصير
الدين الطوسى، ط الأولى، حجر حيدر، آباد
النكن، الهند 1359 هـ.
- البيرونى : الآثار الباقية عن القرون الخالية، طبعة مكتبة
المتى ببغداد، بدون تاريخ.
- : الإصطrolاب، مخطوط دار الكتب المصرية رقم
914 فلك.

- : تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات
المساكن، تحقيق ب. بولجاف، مراجعة إمام
إبراهيم أحمد، معهد المخطوطات العربية
1962.
- : تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة في العقل أو
مرذولة، طبعة دائرة المعارف العثمانية، حيدر
آباد الدكن، الهند 1958.
- : القانون المسعودي، طبعة دائرة المعارف
العثمانية، حيدر آباد الدكن، الهند 1954.
- جورج سارتون : تاريخ العلم، ترجمة لغيف من الذاكرة، دار
المعارف، القاهرة، 1957.
- خالد حربى : علوم حضارة الإسلام ودورها فى الحضارة
الإنسانية، سلسلة كتاب الأمة، قطر 2005.
- صاعد الأندلسى : طبقات الأمم، طبعة القاهرة القديمة، بدون
تاريخ.
- الفرغانى : كتاب فى جوامع علم النجوم وأصول الحركات
السماوية، مخطوط دار الكتب المصرية رقم 5/
301 فلك.

فهرست الكتاب

الصفحة	الموضوع
3	قرآن كريم
5	مقدمة
7	مدخل: تطور الفلك حتى الحضارة الإسلامية
19	طبقات علماء الفلك في الحضارة الإسلامية
21	الفصل الأول: الفزاري
27	الفصل الثاني: بنو موسى بن شاكر
37	الفصل الثالث: الفرغاني
43	الفصل الرابع: البتاني
51	الفصل الخامس: الصوفي
55	الفصل السادس: ابن يونس المصري
61	الفصل السابع: البيروني
79	الفصل الثامن: ابن الشاطر
91	نتائج الدراسة
107	ملحق: معجم بأسماء النجوم العربية الأصيلة
115	أهم المصادر والمراجع
119	فهرست الكتاب
121	أعمال الدكتور خالد حريبي

أعمال الدكتور خالد حربى

- 1- 'برء ماعة : للرازى (دراسة وتحقيق)، دار ملتقى الفكر، الإسكندرية 1999، الطبعة الثانية، دار الوفاء 2005 .
- 2- نشأة الإسكندرية وتواصل نهضتها : الطبعة الأولى، دار ملتقى الفكر، الإسكندرية 1999. العلمية.
- 3- أبو بكر الرازى حجة الطب فى العالم : الطبعة الأولى، دار ملتقى الفكر، الإسكندرية 1999، الطبعة الثانية، دار الوفاء، الإسكندرية 2006.
- 4- خلاصة التكاوى بالغذاء والأعشاب : الطبعة الأولى، دار ملتقى الفكر الإسكندرية 1999 - الطبعة الثانية 2000، توزيع مؤسسة أخبار اليوم، الطبعة الثالثة دار الوفاء، الإسكندرية 2006 .
- 5- الأسس الإبيتمولوجية لتسريخ الطب العربى : دار الثقافة العلمية، الإسكندرية 2001، الطبعة الثانية، دار الوفاء، الإسكندرية 2005.
- 6- للرازى فى حضارة العرب : (ترجمة وتقديم وتعليق)، دار الثقافة العلمية، الإسكندرية 2002.
- 7- سر صناعة الطب : للرازى (دراسة وتحقيق)، دار الثقافة العلمية الإسكندرية 2002، الطبعة الثانية، دار الوفاء، الإسكندرية 2005.
- 8- كتاب التجارب : للرازى (دراسة وتحقيق)، دار الثقافة العلمية، الإسكندرية 2002، الطبعة الثانية دار الوفاء الإسكندرية 2005.
- 9- جراب للمجربات وخزانة الأطباء : للرازى (دراسة وتحقيق وتعليق)، دار الثقافة العلمية، الإسكندرية 2000، الطبعة الثانية دار الوفاء الإسكندرية 2005.
- 10- المدارس الفلسفية فى الفكر الإسلامى (1) 'الكندى والفارابى' : الطبعة الأولى منشأة المعارف، الإسكندرية 2003. الطبعة الثانية، المكتب الجامعى الحديث، الإسكندرية 2009.
- 11- دراسات فى الفكر العلمى المعاصر : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2003. (1) علم المنطق الأريستوى
- 12- دراسات فى الفكر العلمى المعاصر (2) : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2003. فلسفية والحتمية وإثرهما فى القتل الإنسانى

- 13- دراسات في الفكر العلمى المعاصر : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 .
(3) إنسان العصر بين البيولوجيا والهندسة
الوراثية .
- 14- الأخلاق بين الفكرين الإسلامى والطبعة الأولى منشأة المعارف ، الإسكندرية 2003 . الطبعة
الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009 .
15- العولمة بين الفكرين الإسلامى : الطبعة الأولى ، منشأة المعارف ، الإسكندرية 2003 ،
والغربى "دراسة مقارنة" الطبعة الثانية دار الوفاء ، الإسكندرية 2007 ، الطبعة
الثالثة ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2010 .
16- العولمة وأبعادها . : مشاركة في كتاب "رسالة السلام المعاصر في حفة العولمة" ، الصادر
عن وزارة الأوقاف والشئون الإسلامية بنوالة قطر - مركز البحوث
والدراسات ، رمضان 1424 ، لقتير - نوفمبر 2003 .
- 17- الفكر الفلسفى اليونانى وأثره فى : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 ، الطبعة
الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009 .
18- ملاح الفكر المسلمى فى الإسلام : الطبعة الأولى دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 ، الطبعة
الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009 .
- 19- The Role of Orientalization in the West's Attitude to Islam
and its civilization, Dar Al - Sakafa Al - Alamia, Alexandria
2003.
- 20- شهيد الخوف الإلهى ، الحسن : الطبعة الأولى دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 ، الطبعة
الثانية ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2006 .
21- دراسات فى التصوف الإسلامى : الطبعة الأولى دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 .
22- بنوة الجماعات العلمية العربية : الطبعة الأولى دار الوفاء ، الإسكندرية 2004 ، الطبعة
الثانية ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2010 .
23- نماذج لطوم الحضارة الإسلامية : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2005 .
وأثرها فى الآخر
24- مقالة فى النقش فى الرأى : الطبعة الأولى، دار الوفاء ، الإسكندرية 2005 ، الطبعة الثانية
(دراسة وتحقيق) . المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009 .
25- التراث المخطوط: رؤية فى التفسير والقلم (1) : الطبعة الأولى، دار الوفاء ، الإسكندرية 2005 .
عزم الدين لمحج الإسلام فى حمد طرالى .

- 26- التراث المخطوط: رؤية في التفسير : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2005.
والفهم (2) المنطق.
- 27- علوم حضارة الإسلام ودورها في : الطبعة الأولى ، سلسلة كتب الأمة ، قطر 2005.
الحضارة الإنسانية
- 28- علم الحوار العربي الإسلامي أدلجيه : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2006.
وأصوله .
- 29- المسلمون والآخر حوار وتسامح : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2006. الطبعة
وتبادل حضارى .
- 30- الأسر العلمية ظاهرة فريدة في : الطبعة الأولى ، دار الوفاء، الإسكندرية 2006، الطبعة الثانية
الحضارة الإسلامية .
- 31- الميث بتراث الأمة فصول متوالية (1) . : الطبعة الأولى ، الإسكندرية 2006.
- 32- الميث بتراث الأمة (2) مقية الأثر الذي : الطبعة الأولى ، الإسكندرية 2006.
في وجه الفكر للحنن بن الجيتم في
الدراسات المعاصرة .
- 33- منهاج المابدين لحجة الإسلام الإمام : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2007 ، الطبعة
أبي حامد الغزالي (دراسة وتحقيق)
- 34- إبداع الطب النفسى العربى الإسلامى : الطبعة الأولى ، المنظمة الإسلامية للعلوم الطبية ، الكويت
دراسة مقارنة بالعلم الحديث . 2007.
- 35- مخطوطات الطب والصيطة بين : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2007.
الإسكندرية والكرويت
- 36- مقدمة في علم 'الحوار' الإسلامى : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.
- 37- تاريخ كيهبرج للإسلام ، العلم : الطبعة الأولى، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية
(ترجمه وتقديم وتعليق) 2009.
- 38- علوم الحضارة الإسلامية ودورها : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية
في الحضارة الإنسانية 2009.
- 39- دور الحضارة الإسلامية في حفظ : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية
تراث الحضارة اليونانية (1) أبرز لاط 2009.
اكتشف نموذفت مفقودة.

- 40- دور الحضارة الإسلامية في حفظ تراث الحضارة اليونانية (2) جالينوس : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعي الحديث ، الإسكندرية 2009.
"إعادة اكتشاف لمؤلفات مفقودة".
- 41- مدارس علم الكلام في الفكر الإسلامي المعتزلة والأشاعرة : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعي الحديث ، الإسكندرية 2009.
- 42- The Impact of sciences of Islamic Civilization on Human Civilization, Dar Al - MaKTAB Al- Gamaay Al- Hadis, Alexandria 2010.
- 43- أعلام الطب في الحضارة الإسلامية (1) تيفانوق، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة : الطبعة الأولى، دار الوفاء الإسكندرية 2010.
- 44- أعلام الطب في الحضارة الإسلامية (2) ماسرجويه البصري، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.
- 45- أعلام الطب في الحضارة الإسلامية (3) عيسى بن حكم، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.
- 46- أعلام الطب في الحضارة الإسلامية (4) عديوس، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.
- 47- أعلام الطب في الحضارة الإسلامية (5) السامر، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.
- 48- أعلام الطب في الحضارة الإسلامية (6) آل بختيشوع، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.
- 49- أعلام الطب في الحضارة الإسلامية (7) الطبري، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2010.

- 50-أعلام الطب في الحضارة الإسلامية (8) : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.
يحيى بن ملسويه، إعادة اكتشاف نصوص
مجهولة ومفقودة
- 51-أعلام الطب في الحضارة الإسلامية : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.
(9) حنين بن إسحق، إعادة اكتشاف نصوص
مجهولة ومفقودة
- 52-أعلام الطب في الحضارة الإسلامية : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.
(10) إسحق بن حنين، إعادة اكتشاف
لنصوص مجهولة ومفقودة
- 53-طب اليونان في الحضارة الإسلامية : الطبعة الأولى للمكتب الجامعي الحديث ، الإسكندرية
"أسس واكتشافات" 2010.
- 54-علم الحوار الإسلامي : كتاب المجلة العربية العدد 412 المملكة العربية السعودية
ابريل 2011
- 55-الطب النفسي في الحضارة الإسلامية : الطبعة الأولى المكتبة الجامعية الحديث ،
تطوير وتأسيس وإيداع" الإسكندرية 2011.
- 56- دور الحضارة الإسلامية في حفظ : الطبعة الأولى ، المكتبة الجامعية الحديث ، الإسكندرية
تراث الحضارة اليونانية (4) روفس 2011.
- الأسمى، إعادة اكتشاف لمؤلفات مفقودة
- 57- دور الحضارة الإسلامية في حفظ : الطبعة الأولى ، المكتبة الجامعية الحديث ، الإسكندرية
تراث الحضارة اليونانية (5) ديمفوريديس، 2011.
- إعادة اكتشاف لمؤلفات مفقودة.
- 58- الجوانية، دراسة في فكر عثمان أمين : الطبعة الأولى ، المكتبة الجامعية الحديث ، الإسكندرية 2012.
- 59- طب الباطنة في الحضارة الإسلامية : الطبعة الأولى ، الطبعة الأولى المكتبة الجامعية
تأسيس وتأسيس" الحديث، الإسكندرية 2012.
- 60- أسس النهضة العلمية في الإسلام : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2012.
- 6-مبادئ للنظام السياسي في الإسلام : الطبعة الأولى، المكتبة الجامعية الحديث، الإسكندرية 2012.
تأسيس وتأسيس"

- 62- فرق العمل العلمية : للطبعة الأولى، كتاب المجلة العربية رقم 189، الرياض
2012.
- 63- طلب الأسنان في الحضارة الإسلامية : للطبعة الأولى، المكتب الجامعي الحديث، الإسكندرية 2012.
"إبداع ممتد إلى العلم الحديث"
- 64- طلب الأنف والأذن والحنجرة في : للطبعة الأولى، المكتب الجامعي الحديث، الإسكندرية 2013.
الحضارة الإسلامية
- 65- أسس الرياضيات الحديثة في : للطبعة الأولى، المكتب الجامعي الحديث، الإسكندرية
الحضارة الإسلامية 2013.
- 66- أسس العلوم الحديثة في الحضارة : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية، 2013.
الإسلامية
- 67- أسس علم الفلك في الحضارة : الطبعة الأولى، المكتب الجامعي الحديث، الإسكندرية
الإسلامية 2013.



المكتبة الجامعية الحديثة

مساكن سوتير - أمام سيراميك كاتوياترا

عمارة (5) مدخل 2 الأزاريطة - الإسكندرية

تليفاكس : 00203/4865277 - تليفون : 00203/4818707

E-Mail : modernoffice25@yahoo.com